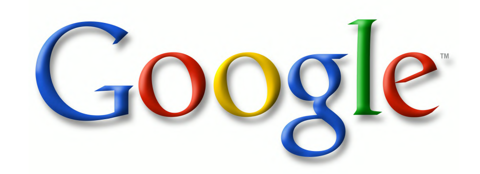
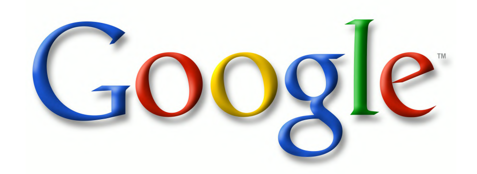
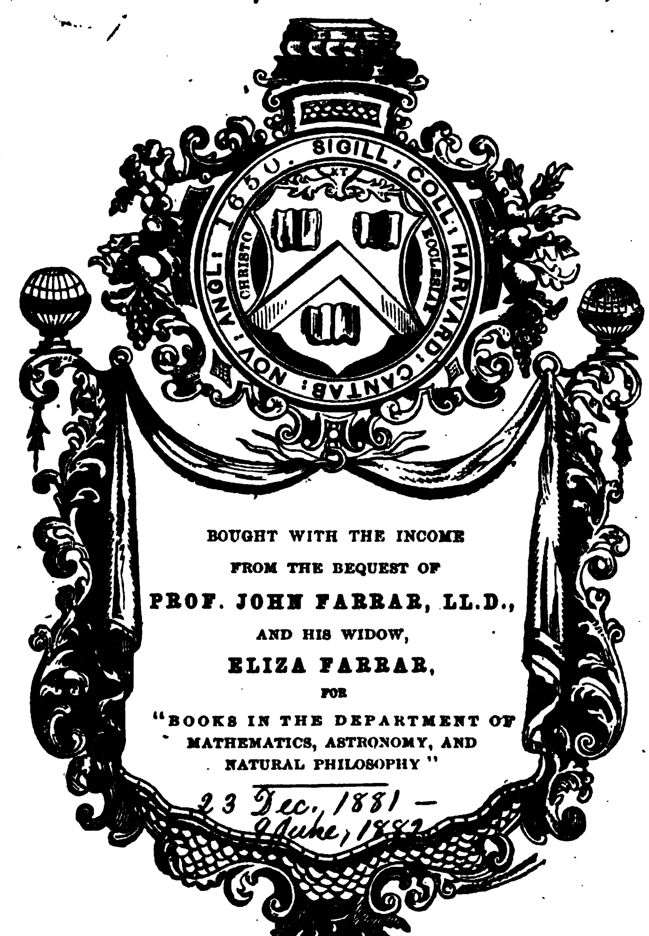
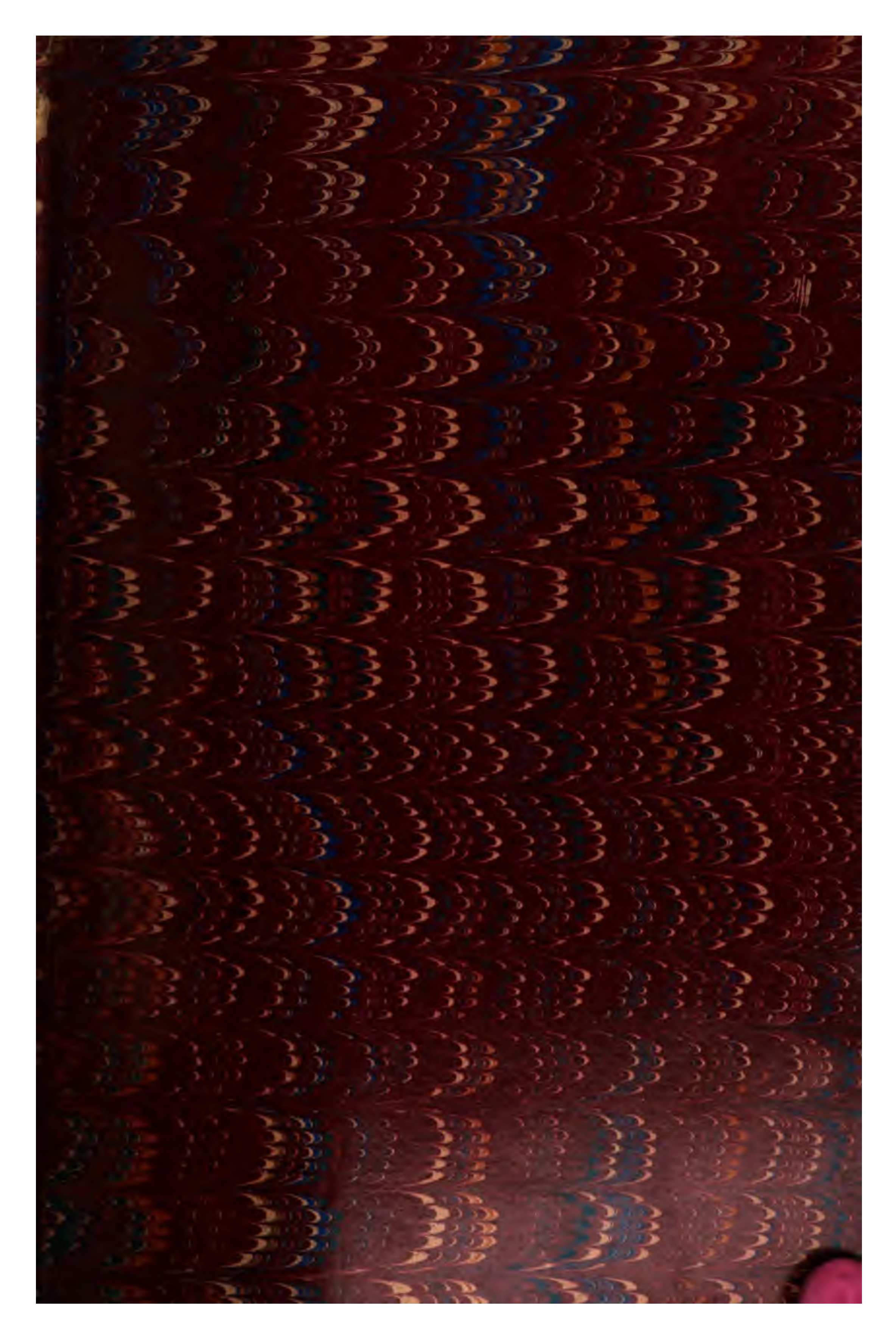





SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO
ECCLESIAE
BOUGHT WITH THE INCOME
FROM THE BEQUEST OF
PROF. JOHN FARRAR, LL.D.,
AND HIS WIDOW,
ELIZA FARRAR,
FOR
"BOOKS IN THE DEPARTMENT OF
MATHEMATICS, ASTRONOMY, AND
NATURAL PHILOSOPHY"
23 Dec., 1881 –
2 June, 1882



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIERUNDACHTZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXXIV. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1881. — HEFT I BIS V.

(Mit 19 Tafeln und 24 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

1851, Dec. 23 – 1852, June 7,
Treasurer's fund.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. BAND. I. HEFT.

Jahrgang 1881. — Juni.

(Mit 6 Tafeln und 15 Holzschnitten.)

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1881.

INHALT

des 1. Heftes Juni 1881 des LXXXIV. Bandes, III. Abth. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. 20 kr. = 4 RMk. 40 Pfg.

SITZUNGSBERICHTE

DER

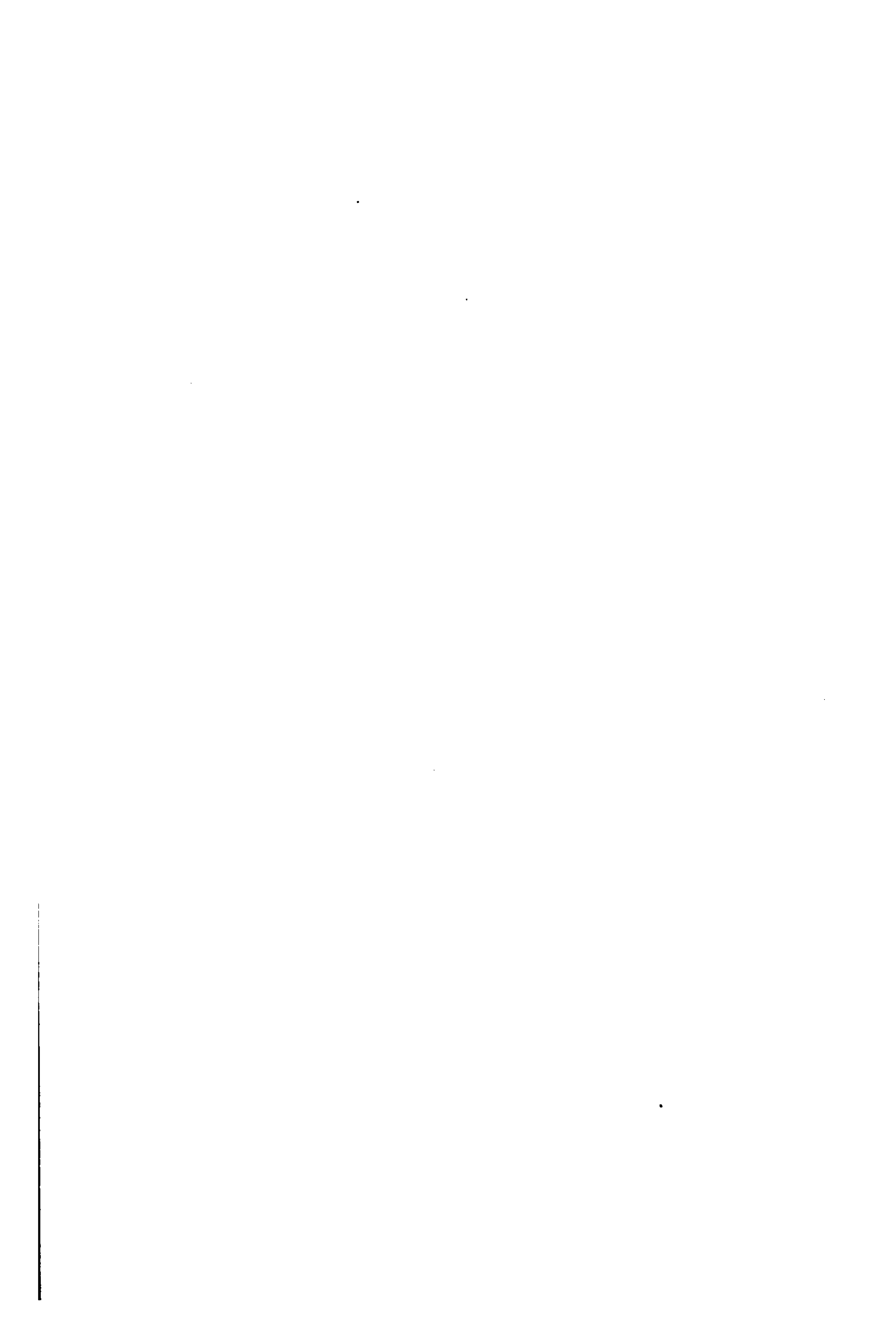
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. Band. I. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.



XIV. SITZUNG VOM 2. JUNI 1881.

Herr F. Ritter v. Le Monier in Wien übermittelt als Commissär für die österreichische Abtheilung der internationalen geographischen Ausstellung in Venedig an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften die Einladung zur Theilnahme an dem in der Zeit vom 15. bis 22. September d. J. zu Venedig tagenden dritten internationalen geographischen Congresse und der damit für die Dauer des Monates September verbundenen Ausstellung daselbst.

Herr Prof. Dr. Ant. Fritsch in Prag übermittelt das dritte Heft des I. Bandes seines mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen Werkes: „Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens."

Das c. M. Herr Director C. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung: „Beitrag zur Kenntniss des Asteroidensystemes".

Das c. M. Herr Prof. S. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Über das Zuckungsgesetz."

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine vom Herrn Dr. Carl Mikosch, Assistenten am pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Untersuchungen über die Entstehung und den Bau der Hoftüpfel".

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Ludwig Langer, Assistenten an der ersten medicinischen Klinik in Wien, ausgeführte Arbeit: „Über die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes in verschiedenen Lebensaltern".

Herr Prof. Dr. E. Zuckerkandl in Wien übersendet eine Abhandlung: „Uber die Anastomosen der *Venae pulmonales* mit den Bronchialvenen und mit dem mediastinalen Venennetz."

Herr Prof. Dr. W. F. Loebisch übersendet eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Arthur Loos im Laboratorium für angewendete medicinische Chemie an der Universität zu Innsbruck ausgeführte Arbeit: „Über Glycerin-Xanthogenate.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Synthetische Untersuchung der gemischten Kegelschaar $S(3l, 1p)$ mit einem imaginären Tangentenpaare“, von Prof. J. Tesař an der Staatsgewerbeschule in Brünn.
2. „Über mehrstellige Berührungen von Curvensystemen mit Geraden“, von Herrn Dr. G. Gruss, Supplenten am k. k. Obergymnasium in Brünn.
3. „Über Hydrochinon- und Orcinäther“, von den Herren Prof. Dr. P. Weselsky und Dr. R. Benedikt in Wien.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. L. Szajnocha in Wien, betitelt: „Ein Beitrag zur Kenntniss der jurassischen Brachiopoden aus den karpathischen Klippen.“

Herr Prof. Dr. Jos. Finger in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über ein Analogon des Kater'schen Pendels und dessen Anwendung zu Gravitationsmessungen“.

Herr Dr. Salomon Ehrmann überreicht eine im physiologischen Institut der Wiener Universität ausgeführte Arbeit: „Über Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série 45e, Année, Tome X. Nrs. 19—21. Paris, 1881; 8°.

— impériale des sciences de St.-Pétersbourg: Mémoires, VIIe série. Tome XXVII. Nrs. 13 & 14. St.-Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1880; 4°.

— — Zapisky. Tome XXXVII. Partie 1re. St.-Pétersbourg 1880; 8°.

— — Repertorium für Meteorologie. Band VII. Heft 1. St. Petersburg, 1880; 4°. — Boden- und Wasser-Untersuchungen aus dem Ferghana- und Ssyr-Darja-Gebiete; von Professor Carl Schmidt. St.-Petersburg, 1881; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1881. Berlin, 1881; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 15. Wien, 1881; 8°.

Bureau, k. statistisch-topographisches: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1880. I. Band, 1. & 2. Hälfte. II. Band, 1. & 2. Hälfte. Stuttgart, 1880; 8°. — Supplement-Band. Stuttgart, 1881; 8°.

Central-Observatorium, physikalisches: Annalen. Jahrgang 1879. I. u. II. Theil. St. Petersburg, 1880; gr. 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Nrs. 20 & 21. Jahrgang V. Nr. 20 & 21. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome XCII. Nrs. 19—20. Paris, 1881; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. II. Jahrgang. 1881. Heft V. Mai. Berlin, 1881; 4°.

Ehrenwerth, Josef von: Studien über den Thomas-Gilchrist-Process. Wien, 1881; 8°.

Geological-Survey of India; Memoirs. Vol. XV, Pt. 2. Calcutta, 1880; 8°. — Vol. XVII. Pts. 1 & 2. Calcutta, 1880; 8°.

— — Palaeontologia indica. Ser. X. Vol. I. parts IV & V. Calcutta, 1880; Fol. — Ser. XIII. Vol. I. 2. Calcutta, 1880; Fol. — Ser. XIV. Vol. I. 1. Calcutta, 1880; Fol.

— — Records. Vol. XII, part 4. 1879. Calcutta, 1879; 8°. — Vol. XIII, parts 1 & 2. 1880. Calcutta; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 9. Berlin, 1881; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band, Juni-Heft 1881. Wien; gr. 8°.

Great trigonometrical Survey of India: Account of the operations. Vol. V. Calcutta, 1879; gr. 4°.

Hortus petropolitanus: Acta. Tomus VII. Fasciculus I. St. Petersburg, 1880; 8°. — Supplementum ad fasciculum VII descriptionum plantarum auctore E. Regel. Petropoli, 1880; 8°.

Nature. Vol. XXIV. Nr. 603 & 4. London, 1881; 8°.

Observations de Poulkova. Vol. XI. St.-Pétersbourg, 1879; Fol.

— — Jahresbericht für 1878—79 und 1879—80 am 24. Mai 1880. St. Petersburg, 1880; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 4e série, 34e Année, 3e cahier. Mars 1881. Paris; 8°.

Society, the royal of New South Wales: Journal and Procee dings. 1879. Vol. XIII. Sidney, 1880; 8°.

— — Reports of the council of education upon the condition of the public schools and of the denominational schools for the year 1879. Sidney, 1880; 8°. — Report upon certain Museums for Technology, Science and Art-also upon scientific, professional and technical instruction and Systems of evening classes in Great Britain and on the continent of Europe; by Archibald Liversidge. Sidney, 1880; Fol.

— — Mines and mineral Statistics. Annual Report for the years 1878 and 1879. Sidney, 1879, 1880; 4°. — Maps to accompany Annual report for the year 1879. Sidney, 1880; 4°.

The second Yarkand Mission: Scientific results; based upon the collections and notes of the late Ferdinand Stoliczka, Ph. D. Mammalia, by W. T. Blanford, F. R. S. Calcutta, 1879; Fol. — Lepidoptera, by Frederic Moore, F. Z. S. ect. Calcutta, 1879; Fol. — Rhynchota, by W. L. Distant. Calcutta, 1879; Fol. — Syringosphaeridae by Professor P. Martin Duncan, M. B. Lond., F. R. S. Calcutta, 1879; Fol.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang, Nr. 21 & 22, Wien, 1881; 4°.

Würzburg, Universität: Akademische Schriften pro 1879—80. 87 Stücke. 8° & 4°.

Das Zuckungsgesetz.

Nach neuen Untersuchungen dargestellt

von **S. Stricker.**

(Mit 15 Holzschnitten.)

INHALT.

Einleitung.

Ich trete mit dieser Abhandlung einer herrschenden Lehre entgegen; der Lehre nämlich, dass es die Richtung eines dem Nerven zugeführten elektrischen Stromes sei, welche die Grösse der Zuckungen dominirt. Da eine solche Behauptung zuerst von Nobili aufgestellt wurde, werde ich diese Lehre als die Hypothese Nobili's bezeichnen. Ich werde die Unhaltbarkeit der Hypothese erweisen und an ihre Stelle eine andere setzen, welche ich unter dem Namen der Prävalenzhypothese einführe. Diese Prävalenzhypothese besteht aus zwei Theilen. Der eine Theil sagt aus, dass gewisse Nervenstrecken in ihrer Empfindlichkeit über andere Strecken prävaliren. Der zweite Theil meiner Hypothese lautet: Der Reizwerth des elektrischen Gefälles, welches von der Kathode zur Anode abnimmt, prävalirt im normalen Nerven über den Reizwerth des Gefälles, welches in entgegengesetzter Richtung abnimmt.

Ich deute diese Hypothesen von vornherein an, um die Anordnungen zu begründen, mit welchen ich die im Beginne meiner Darstellung (Abschnitt I und II, pag. 19 und 23) beschriebenen Versuche einleite.

Wenn der zugeführte elektrische Strom bei eben zureichender Grösse nur von einem Pole aus zu wirken beginnt, wenn andererseits der Nerv an verschiedenen Stellen ungleich empfindlich ist, so wird es begreiflich, dass es nicht gleichgiltig sein kann, welcher von den beiden Polen an der empfindlicheren Stelle liegt; es wird begreiflich, wie reich an Abwechslungen die Versuchsergebnisse werden können, wenn man, wie es bei den neueren Experimen-

tatoren zumeist geschah, beide Pole in fixer Spannweite am Nerven verschiebt, so also, dass bei verschiedenen Reizungen bald der wirksamere, bald wieder der weniger wirksame Pol auf eine empfindlichere Nervenstrecke zu liegen kommt; es wird endlich begreiflich, wie complicirt sich die Verhältnisse gestalten müssen, wenn der Experimentator ohne Kenntniss der im Eingange erwähnten Sätze, fast jeden Wechsel in der Grösse der Zuckungen, welcher sich bei solchen Reizungen ergibt, als den Ausdruck eines besonderen Gesetzes hinstellt.

Die Leser werden es also nach diesen Mittheilungen verständlich finden, warum ich damit anfange, einen Pol zu fixiren, und zwar, wie ich gleich hinzufügen will, an einer Stelle von geringster Empfindlichkeit zu fixiren, während ich den anderen Pol wandern lasse; denn nur so erfülle ich eine von den Grundbedingungen für die Construction der Lehre von dem Werthe je eines Poles an je einer Nervenstelle.

Indem ich einen Pol fixire und den anderen wandern lasse, handle ich zwar scheinbar einer Grundregel zuwider, denn ich vergleiche solche Zuckungen, welche — im Sinne der herrschenden Lehre — durch Reizung verschieden grosser Nervenstrecken ausgelöst werden. Ich werde aber im Verlaufe der folgenden Abhandlung darthun, dass diese — zuerst von Pfaff vertretene — Lehre jedenfalls nur für sehr kurze Strecken giltig sein kann, dass ich also bei meinen Versuchen — die Spannweite der Pole über gewisse Grenzen hinaus auszudehnen — auf den Längenwerth der interpolaren Strecke im Sinne der herrschenden Lehre keine Rücksicht zu nehmen brauche.

Die Versuchsanordnung, auf welche ich meine ersten Argumentationen stütze, ist (vide Abschnitt I und II) schon von Valli und nach ihm von Pfaff angewendet worden. Diese Anordnungen sind aber, insofern ich mich aus der Literatur informiren konnte, in neuerer Zeit nicht im Gebrauch gewesen.

Valli hat eine Armatur an den Rumpf und eine an den derart isolirten Nerven gelegt, dass der Unterschenkel mit dem Rumpfe nur durch diesen Nerven in leitender Verbindung war. Pfaff hat diesen Versuch, wie es scheint, unabhängig von Valli, wie folgt ausgeführt: Er hat gleichfalls einen Pol an den nackten Nerven, den anderen Pol aber bald an den Rumpf und bald an

den Unterschenkel gelegt. Ich werde nun im Verlaufe der folgenden Abhandlung (vide Note zu pag. 83) darthun, dass ich bei dieser Art der Einschaltung den Nerven so präpariren kann, dass der thatsächlich am Rumpfe oder am Unterschenkel befestigte Pol auf eine Nervenstelle von geringster Empfindlichkeit wirkt. Von diesem Gesichtspunkte aus allein liesse es sich schon rechtfertigen, dass ich die Methode von Valli und Pfaff nachgeahmt habe. Überdies haben mich aber theoretische Erwägungen sowohl, wie auch Rücksichten auf die Bedürfnisse der praktischen Ärzte zu einer Untersuchung geführt, welche diese Methode in einem ganz anderen Lichte erscheinen lässt, als es nach den herrschenden Ansichten vermuthet wurde.

Gelehrt wird, dass, wenn der Strom aus dem Rumpfe in den isolirten Nerven eindringt, in diesem Nerven jedenfalls eine Anode und eine Kathode sein müsse. Es sei daher, sagt man, von keiner principiellen Bedeutung, ob der Nerv mit zwei metallischen Polen bewaffnet wird, oder ob ein Pol am Nerven und einer am Rumpfe liegt. Nun unterliegt es wohl keinem Zweifel, und ich werde es durch neue Argumente erweisen, dass der im Sinne Valli-Pfaff unipolar armirte Nerv wirklich zwei Pole hat; dass also, wenn z. B. die Anode am nackten Nerven und die Kathode am Rumpfe liegt, der Nerv selbst dennoch eine Kathode besitzt. Ob aber diese Kathode dieselben physiologischen Leistungen aufbringt, wie jene, welche sich im Nerven als Leiter zweiter Ordnung unmittelbar am Metallpole geltend macht; ob es also im Principe gleichgiltig ist, den negativen metallischen Pol unmittelbar an den Nerven, oder mittelbar durch einen Leiter zweiter Ordnung anzulegen, darüber haben wir — meines Wissens — bis jetzt keine Aufklärung erhalten.

Meine Untersuchungen haben nun ergeben, dass es gar nicht gleichgiltig ist, ob die Kathode in der einen oder anderen Weise an den Nerven gelegt wird. Der Unterschied zwischen der mittelbaren und unmittelbaren metallischen Bewaffnung des Nerven liegt aber nicht in der Widerstandszunahme, welche durch die Einschaltung des Leiters zweiter Ordnung bedingt wird. Der Unterschied in der physiologischen Leistung ist — wie ich (in den Abschnitten XI und XII) zeigen werde — ein principieller. Es ist daher wohl begründet, diesen Unterschied auch durch die

besonderen Termini unipolare und bipolare Bewaffnung anzudeuten, wobei ich unter Bewaffnung ausschliesslich die metallische verstehen will.

Ich bin zu den Experimenten mit unipolarer Bewaffnung durch den Einblick in die Gebarung der praktischen Ärzte gelangt, und ich war mit der ersten Arbeit, auf welche sich meine Darstellung stützt, nahezu fertig, ehe ich die einschlägigen Angaben in den Originalaufsätzen von Valli und Pfaff zur Kenntniss bekam. Ich wäre auch ohne meine vorhergegangenen Experimente kaum in der Lage gewesen, die Angaben von Valli und Pfaff so aufzufassen, als es jetzt der Fall ist. Dieser Umstand hindert mich aber nicht, die entsprechenden Experimente unter den Namen „Valli" und „Pfaff" einzuführen; denn es ist ganz meine Schuld, dass ich mich erst von der Domination einiger herrschenden Lehren befreien musste, um die Angaben „Valli-Pfaff" verstehen zu können.

Valli und Pfaff haben an nicht durchschnittenen Nerven gearbeitet, während noch in neuester Zeit dafür plaidirt wird, dass die Versuche, wenn sie ganz verlässlich sein sollen, an Präparaten angestellt werden müssen, deren Nerv mit dem Rumpfe des Thieres nicht mehr in leitender Verbindung steht. Andererseits wird aber auch die entgegengesetzte Meinung vertreten, dass man das Zuckungsgesetz überhaupt nicht am durchschnittenen Nerven prüfen darf. Ich werde indessen im Verlaufe dieser Schrift darthun, dass die fundamentale Regel, nach welcher die Zuckungen auftreten, am undurchschnittenen Nerven eben so deutlich demonstrirt werden kann, als am durchschnittenen — vorausgesetzt, dass man den Veränderungen Rechnung trägt, welche der Nerv in der Nähe der Schnittstelle erleidet (vide Abschnitt XI, pag. 51 und 52).

Wenn ich (bei einem kräftigen Frühjahrsfrosche) den Nerven an seinem Ursprunge durchschneide, so pflege ich dann noch an der Oberschenkelstrecke 15 bis 30 Minuten hindurch normale Verhältnisse anzutreffen, vorausgesetzt, dass ich nicht sehr starke Ströme anwende, welche die Nerven unter allen Umständen stören. Für die weitaus grösste Mehrzahl der Versuche, welche

an der Oberschenkelstrecke angestellt werden sollen, halte ich es daher auch für das Zweckmässigste, den Frosch etwa in der Gegend des drittvorletzten Wirbels zu durchschneiden.

Ich ziehe für die eben genannten Fälle diese ältere Methode jedenfalls der von Fleischl empfohlenen Chloralhydratvergiftung vor, und zwar aus folgenden Gründen:

I. Die Frösche bedürfen je nach ihrem Zustande verschieden grosser Dosen, um in den gleichen Zustand der Regungslosigkeit zu gelangen. Ich habe, um ein Beispiel zu nennen, bei einem grossen frisch eingefangenen Septemberexemplar 0·8 Gramm Chloralhydrat anwenden müssen, um das Thier regungslos zu machen. Frösche, welche längere Zeit unter ungünstigen Verhältnissen leben, pflegen aber schon durch eine Dosis von 0·15 rasch getödtet zu werden. Eine solche Methode ist nun jedenfalls unbequem und unter Umständen sehr zeitraubend.

II. Gewisse Versuche, so z. B. diejenigen, welche ich mit den Namen Alternativ- und Grundversuche (pag. 24 und 28) belegt habe, lassen sich an mit Chloralhydrat vergifteten Fröschen ebenso gut ausführen, wie an unvergifteten; aber diese Versuche gelingen eben selbst an herabgekommenen Winterfröschen. Es gibt indessen Versuche (vide Abschnitt XII), zu welchen nur frisch gefangene kräftige Exemplare verwendbar sind. Hier ist die Vergiftung mit Chloralhydrat wahrscheinlich dem Versuche direct schädlich. Ich sage wahrscheinlich, weil es einer umfassenden Versuchsreihe bedurft hätte, um dies sicher festzustellen. Das habe ich nun nicht gethan, weil es mir nicht genug werthvoll schien, zu erfahren, ob die weniger bequeme Chloralhydratmethode, die sich in wenigen Fällen als ungünstig erwiesen hat, auch in vielen Fällen ungünstig ist.

Will man indessen an den innerhalb des Wirbelcanals verlaufenden Nervenwurzeln arbeiten, dann ist die Chloralhydratvergiftung für jene Versuche, für welche sie überhaupt zulässig ist, wohl von Vortheil, da in diesem Falle Durchschneidung der Wurzel unbedingt störend wirkt.

Ich beziehe mich in dieser Schrift zumeist auf Zuckungen der gesammten Musculatur des Unterschenkels, womit also gesagt ist, dass ich dabei keine myographischen Aufzeichnungen gemacht

habe. Die Unterschiede in den Zuckungsgrössen, auf welche ich meine Beweise stütze, waren eben so auffallend, dass es einer graphischen Fixirung nicht bedurfte. Ich habe zumeist solche Reizungen verglichen, deren eine Reihe je eine ausgiebige Erschütterung des Unterschenkels hervorrief, während die andere überhaupt keine Bewegung oder ein eben merkliches Vibriren auslöste. Ich habe mich aber in keinem Falle auf Unterschiede bezogen, welche nicht durch die freie Schätzung von Zeugen mit voller Sicherheit als unzweifelhaft agnoscirt wurden.

Bei wenig auffälligen Unterschieden kann man leicht Täuschungen ausgesetzt sein, mag man sie nur schätzen oder graphisch bestimmen; Täuschungen, insoferne die Differenzen nicht immer Folge der veränderten Reizbedingungen sind, sondern unter Umständen durch Vorgänge im Nerven verursacht werden, die sich der Beobachtung entziehen. Reizt man dieselbe Nervenstelle zweimal hinter einander mit Wechselströmen,[1] so steigert sich nicht selten die Erregbarkeit der Nerven so, dass die weniger günstige Anordnung über die günstigere prävaliren kann, wenn die letztere der ersteren vorangeschickt wird. Schickt man die schlechtere Anordnung voraus, so ist man wieder nicht sicher, ob die Prävalenz eine Folge der besseren Anordnung oder der Voltai'schen Alternativen sind.

Reizt man mehrere Male hinter einander ohne zu commutiren, so tritt im Beginne zuweilen gleichfalls eine geringe Steigerung der Erregbarkeit ein, häufig aber sinkt die Erregbarkeit ganz auffällig ab. Wartet man zwischen einer und der anderen Reizung so lange, bis der Effect der ersten Reizung vorüber ist, so kann sich der Nerv inzwischen nach beiden Richtungen hin ändern.

Angesichts all dieser Variationen halte ich es für verlässlicher, die Hauptbeweise nur auf so grosse Unterschiede zu stützen, die jenseits der angedeuteten Fehlergrenzen fallen.

Unter solchen Umständen ist aber die graphische Darstellung der Zuckungsgrössen überflüssig, und es scheint mir zweckmässiger, sie hier ganz zu unterlassen. Denn es ist sicher nicht gering anzuschlagen, wenn man den Nerven, sofort nachdem er

[1] Wendet man also, wie sich die Fachleute ausdrücken, die Voltai'schen Alternativen an.

isolirt ist, auch reizen und ihn andererseits sofort nach der Reizung zwischen Fleischmassen bergen kann. Auch verändert sich die Musculatur des nicht enthäuteten Unterschenkels gewiss nicht so rasch, als der blossgelegte Gastroknemius.

Wenn ich die Zuckungen der gesammten Unterschenkelmusculatur beobachte, habe ich allerdings den Nachtheil, Beuger und Strecker schwer von einander scheiden zu können. Angesichts der grossen Unterschiede, auf welche ich mich hier in der Regel stütze, kommen aber Differenzen in der Erregbarkeit von Beugern und Streckern, wenn solche wirklich vorhanden sein sollten, gewiss nicht in Betracht. Übrigens kann man sehr leicht die Nerven der Beuger oder der Strecker an ihrer Eintrittsstelle in den Unterschenkel durchschneiden.

Die voranstehenden Mittheilungen begründen es also zur Genüge, dass ich die Mehrzahl der Versuche, welche hier zur Beschreibung gelangen, an Froschpräparaten angestellt habe, in welchen die nicht enthäuteten Unterschenkel nur durch die Hüftnerven mit dem Rumpfe, respective mit einem unteren Abschnitte des Rumpfes zusammenhängen. Wo ich daher keine besondere Zurichtung des Frosches beschreibe, werde ich mich stets auf ein solches Präparat beziehen. Überdies werde ich in allen Fällen, für welche ich keine besondere Anordnung namhaft mache, das Präparat so liegend denken, dass Rumpf und Unterschenkel auf je einer Glasplatte ruhen, derart, dass wenn die den Schenkel tragende Platte gehoben wird, der Nerv die einzige leitende Brücke zwischen beiden Platten bildet, und der Nerv andererseits durch das Senken der Platte in eine Muskelnische hineinfällt.

Es ist in Bezug auf die fundamentale Regel, nach welcher die Zuckungen ausgelöst werden, gleichgiltig, ob man mit Inductionsschlägen oder mit dem Kettenstrome arbeitet. In der Praxis stellen sich aber allerdings Unterschiede heraus, denen zufolge der Kettenstrom den Vorzug verdient, und zwar aus folgenden Gründen:

A. Das Ausschalten je eines Öffnungs- oder Schliessungsschlages ist unbedingt erforderlich. Es wird zwar behauptet, dass man bei Benützung der Öffnungsschläge die secundäre Spirale leicht so stellen könne, um nur Öffnungsschläge wirken zu lassen,

die Schliessungsschläge aber wegen ihrer geringeren Reizwirkung ganz unwirksam zu machen. Darauf kann man sich aber bei feineren Versuchen nicht verlassen. Stellt man die Inductionsspule so, dass der erste Schliessungsschlag keinen Erfolg hat der erste Öffnungsschlag aber eine Zuckung auslöst, so kann man daraus nicht entnehmen, dass auch der zweite oder dritte Schliessungsschlag keine Zuckung auslösen wird.

Aber selbst angenommen, dass alle folgenden Schliessungsschläge keine Zuckungen bewirken, so ist damit nicht gesagt, dass sie nicht wirken, dass sie nicht im Sinne der Voltai'schen Alternativen wirken.

Von der Unbequemlichkeit, welche die sichere Ausschaltung je eines der beiden Schläge bei spielendem Hammer mit sich bringt, will ich nicht sprechen, da das Spiel des Hammers für unsere Zwecke ganz überflüssig ist. Ich suche jene Stellung der secundären Rolle auf, bei welcher ein Öffnungsschlag (in der gewünschten Anordnung der Pole) eine Zuckung auslöst. Damit ist der Ausgangspunkt für meine Vergleiche gegeben. Sorge ich dabei für einen bleibenden guten Contact zwischen dem Hammer und der Platinspitze, und andererseits für eine gute Vorrichtung zum gleichmässigen Öffnen der Kette, so kann ich mit grösserer Wahrscheinlichkeit auf sich gleichbleibende Verhältnisse rechnen, als beim freien Spiel des Hammers.

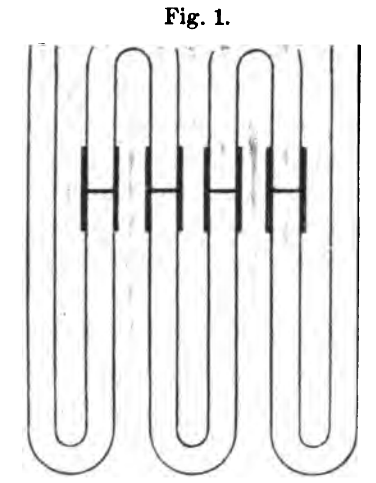
Dass man nun bei der Fixirung des Hammers den Schliessungsschlag leicht durch eine metallische Nebenschliessung entfernen kann, versteht sich wohl von selbst. Die Nothwendigkeit, vor jeder Reizung den Schliessungsschlag abzublenden und dann nach der Schliessung diese Blendung wieder zu entfernen, complicirt aber den Versuch. Wer nicht über einen Apparat verfügt, in welchem sich diese Ereignisse auf eine Auslösung hin von selbst abspielen, muss für diese Zwecke einen Gehilfen anstellen und den Gehilfen auch überwachen.

Bei dem Kettenstrome hingegen kann ich den einen Schlüssel sehr leicht selbst mit einer Hand, oder, wenn meine Hände beschäftigt sind, mit dem Fusse auslösen.

B. Die Nothwendigkeit der metallischen Nebenschliessung bringt noch einen anderen Übelstand mit, welcher (pag. 18) bei einer anderen Gelegenheit zur Sprache kommen wird.

C. Ich glaube, durch meine Vorrichtungen den Kettenstrom bequemer abstufen zu können als den Inductionsstrom.

Fig. 1.



Ich ordne ein System von *U*-Röhren durch Kautschukverbindungen so zu einem Schlangenrohr an, wie es die Fig. 1 andeutet. Von diesen Röhren sind diejenigen, welche die Convexität nach oben kehren, vor dem Gebläse eröffnet und die Öffnungen so erweitert, dass man einen geradelinigen Stab bequem von oben her in jeden Schenkel hineinschieben kann.

Das Röhrensystem fülle ich mit destillirtem Wasser und tauche in dasselbe Platinspitzen, die an gut isolirte Kupferdrähte gelöthet und aus den überharzten Löthstellen nur in der Länge von wenigen Millimetern hervorragen. Der grosse Widerstand des destillirten Wassers gestattet es, den Apparat relativ klein zu machen und im Übrigen hat diese Füllung noch den Vorzug der Reinlichkeit.

Ob die schwachen Ströme, welche hier in Betracht kommen, in dem gebräuchlichen — gewiss nicht absolut reinem — destillirtem Wasser eine Elektrolyse einleiten, mag dahingestellt bleiben, denn wenn auch eine Elektrolyse stattfindet, sie wirkt auf unsere Versuche, wie mich vielfache Prüfungen überzeugt haben, nicht störend ein.

Wer es übrigens dennoch vorzieht, das Röhrensystem mit Zinkvitriol zu füllen und amalgamirte Zinkstäbe einzutauchen, mag es immerhin thun. Er wird, wenn er genau vergleicht, bald herausfinden, dass ihm diese Füllung keine Vortheile bringt, dass sie aber unbequem ist.

Die Drähte, welche ich in dieses System von Röhren einsetze, wähle ich so, dass sie in den Röhren leicht auf- und abgeschoben werden können und wegen ihrer Krümmungen so an den Röhren haften, dass sie in jeder Lage verharren. In solcher Weise gelingt es, mit je einem dieser Drähte sehr geringe Verschiebungen leicht

auszuführen, und es scheint mir, dass die Abstufung hierbei bequemer ist, als beim Schlitten des Inductionsapparates, bei welchem wegen der Reibung kleine Verschiebungen, die sehr oft vorgenommen werden müssen, recht unbequem werden.

D. Endlich ist der Kettenstrom dem Inductionsstrome mit Rücksicht darauf vorzuziehen, dass der letztere uns nicht die Möglichkeit bietet, Schliessungszuckung und Öffnungszuckung zu sondern, und uns eigentlich nur die Vermuthung gestattet ist, dass der Inductionsstrom keine Öffnungszuckung auslöst.

Die Frage, ob man das Zuckungsgesetz mit unpolarisirbaren Elektroden prüfen müsse, oder ob hiefür Metallspitzen ausreichen, welche direct an den Nerven angelegt werden, ist noch immer strittig, und es scheint mir nicht überflüssig, auch hierüber einige Mittheilungen zu machen.

Insoweit es die praktischen Erfolge betrifft, so habe ich nur einen, übrigens nebensächlichen, Fall kennen gelernt, in welchem mich die unpolarisirbaren Elektroden etwas gelehrt haben, was ich mit Hilfe der polarisirbaren Stromgeber nicht hätte erfahren können. Dieser Fall betrifft die Ausschaltungszuckung nach Chauveau, von der im Abschnitt XVII die Rede ist.

In allen anderen Fällen habe ich durch die directe metallische Bewaffnung des Nerven in Bezug auf die Principienfragen eben so viel erfahren, wie durch die unpolarisirbaren Elektroden.

Auch weiss ich, soweit mir die Geschichte unseres Faches bekannt geworden ist, von keiner principiell neuen Entdeckung über das Zuckungsgesetz, welche seit der Einführung der unpolarisirbaren Elektroden gemacht worden wäre.

In diesem Sinne spricht auch die Thatsache, dass man alle Bestandtheile des Zuckungsgesetzes bei directer metallischer Bewaffnung des Nerven ebenso gut mit dem Kettenstrome, wie mit dem Inductionsstrome demonstriren kann. Dass aber die unpolarisirten Elektroden bei Anwendung von Inductionsschlägen nutzlos ist, scheint mir schon durch die Speculation ersichtlich zu werden.

Es ist zunächst zu bedenken, dass die chemische Wirkung der Inductionsschläge im Vergleiche mit den Kettenströmen sehr

gering ist. Es ist auch fraglich, ob die polarisirende Wirkung eines so wenig intensiven Schlages, als es zur Auslösung einer Zuckung hinreicht, gross genug ist, um hier überhaupt in Betracht zu kommen.

Aber angenommen, die Wirkung sei nicht so unerheblich, wie ich sie hier hinstelle, so muss man erwägen, dass sie die Folge des Stromes ist, daher unmöglich gleichzeitig mit dem Inductionsstrome anfangen kann. Nun unterliegt es aber gar keinem Zweifel, dass der Inductionsstrom sein Maximum rascher erreicht als der Polarisationsstrom. Es ist also nicht zu vermuthen, dass der Inductionsstrom durch die Polarisation in seiner physiologischen Wirkung wesentlich beeinträchtigt werden kann.

Erfahrung und Überlegung sprechen daher übereinstimmend dafür, dass die einzelnen Inductionsschläge unbedenklich durch Metallspitzen direct auf den Nerven übertragen werden dürfen, womit aber — nach der früheren Bemerkung — implicite gesagt ist, dass die directe metallische Bewaffnung der Nerven auch bei Kettenströmen keinen principiellen Nachtheil bringt.

Bei der directen metallischen Bewaffnung kommt übrigens ein störender Umstand in Betracht. Wenn man den (unverletzten) Ischiadicus eines kräftigen Frühjahrs- oder Spätjahrsfrosches mit einem Platinkupferplatinbogen armirt, so löst dies eine Zuckung aus. Die Anwendung der Platinspitzen wird daher in allen solchen Fällen stören, in welchen metallische Nebenschliessungen eingeschaltet werden müssen. Dies trifft also zunächst für die Inductionsschläge zu, insofern man den Schliessungsschlag abblenden will.

Die störende Zuckung durch die Nebenschliessung liesse sich zwar auch dadurch umgehen, dass man die Pole während der Schliessung der primären Kette vom Nerven abhebt. Hat man indessen einen sehr empfindlichen Nerven vor sich, so löst selbst das Anlegen der Platinspitzen, welche durch die Inductionsspirale verbunden sind, eine allerdings wenig entwickelte Zuckung aus. Nun stört diese Zuckung zwar nicht. Man kann sofort nach ihrem Ablaufe reizen, ohne desswegen Abweichungen von der Regel zu finden. Es ist aber immerhin wünschenswerth, den Versuch so rein als möglich auszuführen, und jede ausserhalb des Versuchsplanes liegende Zuckung zu vermeiden. Und das ist eben

— empfindliche Präparate vorausgesetzt — bei der Anwendung von Platinspitzen zum Inductionsapparate nicht zu erreichen.

Über den Strom, der durch das Anlegen eines Platinkupferplatinbogens an den Nerven entsteht, brauche ich an diesem Orte nicht mehr auszusagen, als dass er durch das Froschpräparat nachweisbar ist. Legt man beide Platinspitzen an den Nerven, so erfährt man, dass an bestimmten Nervenstrecken nur eine Anordnung wirksam ist, woraus erschlossen werden kann, welcher Pol sich positiv und welcher sich negativ verhält.

Da sich ein Zinkkupferzinkbogen selbst an den empfindlichsten Froschpräparaten noch absolut unwirksam erwies, so kommen bei jenen Zuckungen wahrscheinlich elektrische Ungleichartigkeiten in Betracht, welche sich an den Platinspitzen besser geltend machen, wie an den Zinkspitzen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wären unter den genannten Umständen die Zinkspitzen den Platinspitzen vorzuziehen. Noch einfacher ist es, sich in den Fällen, wo die Zuckungen durch die Nebenschliessung störend werden, der Kupferspitzen zu bedienen; sie leisten für unsere Zwecke und wenn gut gereinigt, für wenige Versuche genau dieselben Dienste, wie andere Stromgeber.

Selbstverständlich sind die Störungen, welche Platinspitzen mit sich bringen, durch unpolarisirbare Elektroden zu umgehen. Ich kann gegen die Anwendung derselben nichts Anderes geltend machen, als dass ich sie nach wiederholten genauen Vergleichen als unbequem und überflüssig bei Seite gelegt habe.

Untersuchung.

I.

Das modificirte Experiment Valli's über eine ungleiche Empfindlichkeit verschiedener Strecken des *Nervus ischiadicus.*

Ich senke den positiven Pol einer Daniell'schen Kette in den Rumpf des Präparats, während ich mit dem anderen Pole den Ischiadicus abtaste. Den Widerstand richte ich so ein, dass die Stromintensität für die Lage des tastenden Pols an einer oberen Nervenstrecke vom oberen Ende des Oberschenkels gerechnet, eben unzureichend wird, um eine Zuckung auszulösen. Wenn ich nunmehr den tastenden Pol (sprungweise) nach abwärts

verschiebe, komme ich alsbald auf eine Stelle, von welcher aus eine ausgiebige Zuckung ausgelöst wird.

Führe ich den tastenden Pol wieder zurück, so komme ich alsbald wieder auf die minder empfindliche Strecke, von welcher die bestimmte Stromintensität keine Zuckung auszulösen vermag; führe ich den Taster nochmals abwärts, bekomme ich wieder Zuckung; kurz ich kann den Versuch mehrmals wiederholen und mich davon überzeugen, dass es die verschiedene Lage des Tasters ist, welche die Verschiedenheit des Effects bedingt.

Taste ich den Ischiadicus vom Becken bis an das Knie herunter ab, so zeigt es sich weiter, dass eine bestimmte Stromintensität, für etwa ein oberes Drittel dieser Strecke unzureichend bleiben kann, während sie im mittleren und letzten Drittel (das unterste Ende in der Länge von etwa 2 Mm. ausgenommen) Zuckungen auslöst.

Die Grenzen, welche ich hier angebe, sind nicht ganz genau und passen vielleicht nicht für alle Fälle. Wollte man auf ein genaues Mass ganz verzichten und auch von den sehr geringen (später zu erwähnenden) Unterschieden absehen, die sich zwischen den Leistungen des mittleren und unteren Theiles der Oberschenkelstrecke ergeben, so könnte man sagen, dass sich der Nerv bei der genannten Anordnung in der unteren Hälfte empfindlicher zeigt, als in der oberen Hälfte.

Der Versuch, über welchen ich hier berichte, ist in ähnlicher Weise schon von Valli angestellt worden. Du Bois-Reymond[1] hat aber eine Auffassung jenes Versuches eingeführt, welche, wie mir scheint, dem historischen Thatbestande nicht entspricht.

Der Bericht Valli's lautet im Original wie folgt:

„J'avais plusieurs grenouilles préparées dans un vase rempli d'eau. J'en prends une: les nerfs étaient beaux. J'armai l'épine et établis communication entre l'épine même et les nerfs. Les mouvemens ne se font pas. Je mets à découvert les nerfs en haut d'une cuisse. Je fais ici l'armature: mon excitateur réveille des oscillations et des tremblemens. Quelques instans après j'arme à la même hauteur les nerfs de l'autre jambe. Je l'essaie, la jambe ne se remue pas. Je descends quelques lignes: elle reste encore im-

[1] Unters. über thier. Elektr. Bd. I, pag. 309 und pag. 322.

mobile. Je suivis les nerfs et je parviens enfin à avoir les signes, que je cherchais. Beaucoup de grenouilles furent assujetties aux mêmes recherches. Je trouvai constamment, qu'en portant de haut en bas l'armature dans les nerfs et les essayant à chaque ligne, c'est-à-dire, établissant le cercle entre l'armature et le nerf, on parvenait à ce point, qui était propre à l'expérience. C'est par ce moyen, que je pouvais découvrir les derniers résidus de vitalité des animaux. Il s'ensuit d'ici que cette manière d'être des nerfs, par laquelle ils ont le pouvoir de faire naître les mouvemens musculaires; cette vie des nerfs, dirai-je, est plus inhérente à leurs extrêmités, qu'à leur origine.[1]

Die Worte Valli's „cette vie des nerfs, est plus inhérente à leurs extrêmités, qu'à leur origine" sind nun dahin gedeutet worden, dass der Nerv vom Centrum gegen die Peripherie abstirbt. Du Bois-Reymond verglich daher den Fund Valli's mit einem — wie er bemerkt — ausser allem Zweifel stehenden Nysten'schen Gesetze, nach welchem die Todtenstarre, der Tod der Muskeln, von den dem Gehirne näher gelegenen Theilen des Thieres nach den entfernteren zu, fortschreitet.

Die historische Darstellung von Du Bois-Reymond ist auch für die spätere Literatur massgebend geblieben, und so wird denn auch noch bis in die neueste Zeit herein gelehrt, Valli habe das Absterben der Nerven vom Centrum gegen die Peripherie entdeckt. Mir scheint aber, dass Valli durch die angedeutete Beobachtung etwas Anderes gefunden habe, als die Richtung, nach der das Absterben fortschreitet.

Valli hat die Froschpräparate in Wasser aufbewahrt, um sich, wie aus einer anderen Stelle seiner Mittheilung hervorgeht, vor dem Einwande zu schützen, dass der Nerv an den höheren Strecken darum unempfindlich gewesen sei, weil er eingetrocknet

---

[1] Observations sur la physique etc. Paris 1792. Achter Brief, pag. 436. Aus dieser Mittheilung Valli's ist ein Auszug in P. Sue's „Histoire du Galvanisme" (Paris 1802, Bd. I, pag. 57), und von da in Reinhold's „Geschichte des Galvanismus" (Leipzig 1803) übergegangen. Du Bois-Reymond hat nur die zuletzt genannte Quelle mit Angabe der Seitenzahl (pag. 38, 40) citirt, und es ist die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass er die Mittheilung Valli's nicht im Originale vor sich hatte.

und die Fähigkeit verloren habe, die Impulse zum Muskel zu leiten.

Warum hat aber Valli überhaupt an Nerven gearbeitet, auf welche sich ein solcher Einwand beziehen kann? Warum hat er seine Versuche nicht am frischen Nerven angestellt? Sollte man daher nicht dennoch vermuthen, dass er die Froschpräparate desswegen aufbewahrt hat, um den Fortschritt des Absterbens zu untersuchen? Ich glaube nicht, dass diese Interpretation zulässig ist und zwar aus folgenden Gründen.

Valli hat über kein Hilfsmittel verfügt, um die Intensität der Reize variiren zu lassen. Wenn daher der Nerv des eben getödteten Thieres gegen sein Reizmittel von bestimmter Intensität so empfindlich war, um von jeder Stelle aus maximale Zuckungen auszulösen, so war er ausser Stande an demselben frischen Nerven Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Strecken zu constatiren. Solche Unterschiede konnten sich (unter dieser Voraussetzung) für ihn erst bemerklich machen, nachdem die Nerven soviel an ihrer Erregbarkeit eingebüsst hatten, dass sein metallischer Bogen in der bestimmten Anordnung für einzelne Stellen unzureichend geworden war. So findet man es also begreiflich, warum sich Valli für die Zwecke dieses Experimentes einen Vorrath von Froschpräparaten angelegt hat, anstatt jedes Mal ein frisches Präparat anzufertigen.

Wenn nun Valli die Nerven solcher Präparate schon bei dem ersten Reizversuche an einer unteren Nervenstrecke empfindlicher gefunden hat, als an einer oberen Strecke; so liegt hierin kein Grund zu der Annahme, dass er diesen Fund auf ein fortschreitendes Absterben bezogen habe. Seine Bemerkung, dass er unten die letzten Residuen der Vitalität angetroffen habe, reicht nicht aus um eine solche Annahme zu begründen. — Wenn zwei ungleich reizbare Strecken mit gleicher Geschwindigkeit absterben, so kann man zu einer gewissen Phase des Absterbens eben noch an einer Stelle die letzten Residuen der Reizbarkeit antreffen. Wer daher solche Residuen gefunden zu haben behauptet, hat damit noch nicht behauptet, dass das Absterben nach einer bestimmten Richtung fortschreitet. Um ein solches Fortschreiten annehmen zu können, müsste constatirt werden, dass der Nerv im frischen Zustande oben und unten gleich empfindlich sei, und

erst nachträglich unten empfindlicher erscheine, wie oben. Valli lässt aber gar nicht durchblicken, dass er einen solchen Beweis auch nur angestrebt habe.

Da wir nun mit unseren jetzigen Hilfsmitteln leicht constatiren können, dass der frische Nerv ähnliche Verhältnisse bietet, wie sie Valli an herabgekommenen Präparaten gefunden hat, so erweist sich die Behauptung, dass die Nerven vom Centrum gegen die Peripherie hin absterben (von dem Gesichtspunkte der in Rede stehenden Versuche aus) überhaupt als unbegründet.

Nun wäre es sicherlich ungerecht, einem Forscher der eine wichtige Thatsache entdeckt hat, die Meinung unterzuschieben, er habe mit dieser Thatsache etwas beweisen wollen, was wir für falsch halten, trotzdem er diesen Beweis gar nicht angetreten hat, und auch nicht durchblicken lässt, dass er ihn habe antreten wollen.

Wir müssen uns an den historischen Thatbestand halten, und der lehrt uns, dass Valli unter bestimmten Versuchsverhältnissen den Nerven unten empfindlicher gefunden hat, wie oben.

Ich nenne den Versuch, welchen ich sub I vorgeführt habe, das modificirte Valli'sche Experiment, weil er uns mit Hilfe des Rheostaten zeigt, dass die grössere Empfindlichkeit der unteren Nervenstrecke nicht allein für das im Absterben begriffene Präparat, sondern auch für den ganz frischen Nerven gilt.

II.

Das Experiment von Pfaff über den Einfluss, den das Wachsthum der interpolaren Strecke auf die Zuckungen übt.

Wenn man einen Frosch wie früher (sub I) zubereitet, nur mit dem Unterschiede, dass der Kupferpol in den Unterschenkel gesenkt wird, so gestaltet sich das Resultat anders als in Fall I. Wenn man jetzt den Ischiadicus mit dem Zinkpole von unten nach oben abtastet, so ergibt sich das umgekehrte Verhältniss zu dem früheren Falle; jetzt zeigt eine untere Strecke die geringste Empfindlichkeit. Dieselbe Stromintensität, welche sich unten als unzureichend erweist, löst jetzt Zuckungen aus von der Mitte des Nerven und von einem oberen (unterhalb des Beckenausganges gelegenen) Abschnitte.

Ähnliche Versuche wie die sub I und II geschilderten, sind mit dem gleichen Erfolge schon von Pfaff (nach Valli) angestellt worden. Ich habe aber diese Versuche gesondert beschrieben, einerseits weil Valli, der vor Pfaff publicirt hat, nur über den ersten der beiden Versuche berichtet, und weil sie andererseits von Pfaff in ganz anderer Weise gedeutet wurden als von Valli. Jeder dieser Abschnitte I und II enthält also gleichsam die Entstehungsgeschichte je einer Hypothese. Beide Versuche gehören jedoch zusammen, und ich will sie in dieser Schrift -- mit Rücksicht darauf, dass sie als die ältesten auf das Zuckungsgesetz bezüglichen Versuche angesehen werden dürfen, schlechtweg als „**Grundversuche**" bezeichnen. Diese Bezeichnung wird auch im Verlaufe dieser Schrift noch dadurch gerechtfertigt werden, dass die genannten Experimente (in gewissen Modificationen) in der That geeignet sind, die Complicationen zu klären, welche sich aus den späteren Arbeiten über das Zuckungsgesetz ergeben haben.

Pfaff berichtet über diese Grundversuche mit folgenden Worten:

„So waren bei der Berührung des Schenkels die Zuckungen am lebhaftesten, wenn die Armatur nach oben, und bei der Berührung des Obertheiles, wenn die Armatur nach unten gegen den Eintritt in den Schenkel angebracht war." [1]

Unter „Berührung" wird hier die mit dem metallischen Bogen gemeint. Berührung des Schenkels heisst also nichts Anderes, als dass ein Pol am Schenkel, der andere am Nerven lag. In diesem Falle war die Zuckung am lebhaftesten wenn dieser andere Pol nach oben (am Nerven) angebracht war; eine Behauptung, mit welcher die Ergebnisse meines zweiten Versuches übereinstimmen. Den umgekehrten Fall, und die volle Übereinstimmung mit dem ersten Grundversuche Valli's deutet hingegen „die Berührung des Obertheiles" an; denn hier trat wieder die lebhafteste Zuckung dann ein, wenn der andere Pol tief unten in der Nähe des Unterschenkels lag.

Ich habe meinen Versuch mit der Bemerkung eingeführt, dass ich die Anode fixire, und die Kathode wandern lasse; davon

[1] Über thierische Elektricität und Reizbarkeit, Leipzig 1795. pag. 24 und 25.

ist nun weder bei Valli noch bei Pfaff die Rede. Valli hat ja von einem Wechsel in der Lage der Metalle überhaupt nicht gesprochen, und Pfaff erwähnt dieses Wechsels wenigstens bei der citirten Beschreibung nicht. Ich werde aber später zeigen, dass diese Unterlassung der Güte des Fundes von Valli und Pfaff keinen Eintrag thut.

Pfaff hat die in Rede stehenden Phänomene auf die Zunahme der nackten Nervenstrecke bezogen, welche zwischen den beiden Armaturen enthalten war. Nach der jetzt üblichen Ausdrucksweise hiesse das so viel als, die Erscheinung sei durch das Wachsthum der intrapolaren Strecke bedingt. Wenn also die Anode am Schenkel liegt und die Kathode den Nerven entlang vom Knie bis zum Becken entlang geschoben wird, so erwiese sich nach Pfaff das unterste Nervenstück unempfindlicher, weil bei einer unteren Lage des tastenden Poles die intrapolare Strecke noch zu kurz ist. Aus demselben Grunde müsste natürlich bei der Fixirung der Anode am Becken eine obere Nervenstrecke die geringste (scheinbare) Empfindlichkeit zeigen.

Eine genauere Beobachtung der Grundversuche lässt indessen Einzelheiten erkennen, welche einer solchen Deutung nicht durchwegs günstig sind.

Es ergibt sich nämlich, dass man bei dem sprungweisen Vorschieben des Tasters, in einer mittleren Region der Oberschenkelstrecke die maximale Leistung auslöst, die dann bei weiterer Vergrösserung der intrapolaren Strecke nicht mehr wächst, ja sogar etwas abnimmt.

Wenn man die Anode am Schenkel fixirt und mit der Kathode den bis an die Wirbelsäule frei präparirten Nerven seiner ganzen Länge nach abtastet, so zeigt es sich ferner, dass die Kette weniger leistet, wenn die Kathode den Nerven oberhalb des Beckenausganges berührt, als wenn die Mitte der Oberschenkelstrecke bewaffnet wird. Ebenso findet man bei Fixirung der Anode am Rumpfe, dass die Kette weniger leistet, wenn die Kathode an einer ganz tiefen Stelle des Nerven (unmittelbar vor dem Eintritte in den Unterschenkel) als wenn sie in der Mitte der Oberschenkelstrecke liegt. In beiden Fällen zeigt sich also, dass das Wachsthum der interpolaren Strecke nicht immer eine Zunahme, sondern zuweilen eine Abnahme der Leistungen im Gefolge hat.

Die Annahme, dass es ausschliesslich das Wachsen der interpolaren Strecke sei, welches den Reizeffect vergrössert, reicht also nicht aus um das Ergebniss dieser Grundversuche in allen Einzelheiten verständlich zu machen. Bevor ich indessen auf eine weitere Discussion dieser Versuche eingehe, will ich einige andere Bestandtheile des Zuckungsgesetzes in Betracht ziehen. Ich werde auf diese Discussion erst in Abschnitt XV wieder zurückkommen.

III.
Experimente über ein ungleiches Verhalten verschiedener Strecken des Nervus ischiadicus gegen den elektrischen Strom.

Ein ungleiches Verhalten verschiedener Strecken desselben Nerven ist im Jahre 1850 durch Helmholtz bekannt geworden.[1] Helmholtz hat nämlich den Ischiadicus des Frosches — behufs Ermittelung der Leitungsgeschwindigkeit — an einer vom Muskel entfernteren und einer dem Muskel näheren Strecke gereizt, und dabei gefunden, dass der Nerv in der Nähe des Muskels einmal gegen den aufsteigenden Strom empfindlicher war, als gegen den absteigenden, ein anderes Mal wieder an einer entfernteren Strecke gegen den absteigenden Strom empfindlicher war, als gegen den aufsteigenden.[2]

Zwei Jahre später hat Jul. Budge „über ein ungleiches Verhalten verschiedener Nervenstrecken“ in zwei Mittheilungen Bericht erstattet. In der ersten Mittheilung[3] sagte er, dass man eine

---

[1] Dieser Fund ist unbeachtet geblieben, bis ihn L. Herrman in seinem Handbuche, Bd. II, I, pag. 118, neuerdings bekannt gemacht hat.

[2] Ich theile hier, da sich an diese Angelegenheit Prioritätsstreitigkeiten knüpfen, den Wortlaut der Angaben Helmholtz' mit:

„In diesem Falle war die entferntere Nervenstelle gegen beide Stromrichtungen gleich empfindlich, die nähere gegen den aufsteigenden Strom empfindlicher als jene, gegen den absteigenden unempfindlicher. Sonderbarerweise war in dem anderen, später noch anzuführenden Falle die nähere Nervenstelle gegen beide Richtungen gleich empfindlich, die entferntere für den absteigenden empfindlicher als jene, für den aufsteigenden unempfindlicher. Worauf dieser Unterschied beruhe, weiss ich nicht.“ (J. Müller's Archiv 1850, pag. 337).

[3] Froriep's Tagesberichte 1852, Nr. 445.

um so grössere Kraft anwenden müsse, um Zuckung hervorzubringen, je näher der Insertion in den Muskel man den Nerven reizt. In einer zweiten Mittheilung [1] widerruft er aber die früheren Angaben und erklärt, dass sich eine Stelle (etwa das zweite Viertel vom Oberschenkelverlaufe) des N. ischiadicus durch ihre Reizbarkeit auszeichnet. Jul. Budge hat die Reizungen mit Inductionsströmen ausgeführt, er macht aber weder eine Angabe über die Spannweite der Elektroden, noch auch über die Richtung des Stromes.

Nach Budge hat Pflüger wieder die höheren, der Wirbelsäule näheren Nervenstrecken als die empfindlicheren bezeichnet,[2] doch ist auch aus dieser Angabe nicht zu entnehmen, ob sie sich auf beide Stromrichtungen bezieht oder nicht.

1873 hat Herrman jene Unterschiede, welche schon Helmholtz in einzelnen Fällen erkannt hatte, als regelmässige Vorkommnisse beschrieben, und zwar, wie er später hinzugefügt hat, ohne die citirten Angaben von Helmholtz gekannt zu haben.

In allen Versuchen, berichtet Herrman,[3] folgte das Auftreten des Tetanus einem deutlich in die Augen springenden Gesetze: War der Strom aufsteigend, so trat der Tetanus stets leichter, respective bei schwächeren Strömen auf in der unteren Stromlage; war aber der Strom absteigend, so war der Tetanus begünstigt durch die obere Stromlage. In einer Reihe ad hoc angestellter Versuche bestätigte sich dieses Gesetz durchgängig, sobald überhaupt Tetanus auftrat. Ferner zeigten auch die Schliessungszuckungen der schwachen Ströme eine analoge Beziehung. Sobald überhaupt Unterschiede in der Stärke der Schliessungszuckung beider Stromlagen vorkamen, war stets bei aufsteigendem Strome in der unteren Stromlage, bei absteigendem in der oberen die stärkere Schliessungszuckung vorhanden.

1875 berichtete[4] endlich Fleischl, ohne seine Vorgänger zu nennen, über einen analogen Befund, in einer besonderen Abhandlung. „Für elektrische Reize“ lautet das Resumé, mit welchem

---

[1] Ibid. Nr. 509.

[2] Unters. ü. d. Physiologie d. Elektrotonus. Berlin 1859, p. 141.

[3] Pflüger's Archiv, Bd. VII, p. 361.

[4] Unters. über d. Gesetze der Nervenerregung. Sitzungsb. d. Wien. Akad. d. Wissensch. Bd. 72.

der wesentliche Theil dieser Abhandlung schliesst, „sind die Nerven an hochgelegenen Stellen empfindlicher als an tiefgelegenen, wenn die reizenden Ströme in ihnen eine absteigende Richtung haben; sie sind aber an tief gelegenen Stellen empfindlicher als an hochgelegenen, wenn die Ströme in ihnen eine aufsteigende Richtung haben.“

In einer folgenden Abhandlung[1] hat Fleischl noch hinzugefügt, dass sich „irgendwo im Verlaufe des Nerven eine Stelle findet, an welcher der Nerv für auf- und absteigende Ströme gleich reizbar ist.“ Diese Stelle nannte er den Äquator. Je weiter man sich von diesem Äquator entfernt, um so grösser, sagte er, werde der Unterschied in der Wirksamkeit der beiden Stromrichtungen.

Da ich auf die hier berührten Thatsachen wiederholt zurückkommen werde, will ich die Experimente über die verschiedenen Leistungen verschieden gerichteter Ströme an bestimmten Nervenstellen als **„Alternativversuche“** bezeichnen.

IV.
Vergleich der Alternativversuche mit den Grundversuchen.

Dass die genannten Ergebnisse der Alternativversuche richtig sind, daran ist gar kein Zweifel. Man braucht um diese Unterschiede an der Oberschenkelstrecke zu constatiren, den Frosch weder zu tödten noch zu vergiften. Wenn man das Thier (Rücken oben) aufbindet, mit wenigen Scheerenschnitten den Ischiadicus blosslegt, mit einem Häckchen aufhebt,[2] von der Unterlage isolirt und nunmehr die Pole von etwa 10 Mm. Spannweite abwechselnd bald an den obersten, bald wieder an den untersten Theil des

---

[1] Ibid. Bd. 74. Jahrg. 1876.

[2] Die Fehler, welche diese Art der Untersuchung mit sich bringt, werden in Abschnitt XVI zur Sprache kommen. Es wird daselbst gezeigt werden, dass diese Fehler hier unbeachtet bleiben dürfen. Ich glaubte diese Versuchsweise jetzt ohne Commentar anführen zu dürfen, da ich durch dieselbe nur eine anerkannte Thatsache unterstütze und darthue, dass der nur scheinbar fehlerhafte, aber sehr leichte Versuch dieselben Resultate gibt, wie die vorwurfsfreien Methoden.

Oberschenkelabschnittes legt, und in beiden Fällen den auf- und absteigenden Strom wirken lässt, so kann man die Unterschiede in den Leistungen in so auffälliger Weise zur Ansicht bekommen, dass es weiter keiner myographischen Fixirung bedarf. Man mag mit unpolarisirbaren Elektroden, oder mit Platinspitzen oder direct mit den freien Enden der Kupferdrähte reizen, der Versuch gelingt an einem frischen Nerven unter allen Umständen. Die einzige Vorsicht, die ich gebrauche, besteht darin, dass ich den Frosch vor dem Versuche entblute, weil bei kräftigen Fröschen die Blutung so intensiv ist, dass sie das isolirte Aufnehmen des Nerven stört. Der Versuch gelingt selbstverständlich in gleicher Weise, wenn man der gebräuchlicheren Methode folgend, den Unterschenkel mit dem Rumpfe nur durch den Nervus ischiadicus zusammenhängen lässt, oder den Nerven ganz von der Wirbelsäule trennt.

Zwischen den Ergebnissen der Grundversuche einerseits und denen der Alternativversuche andererseits herrscht aber ein fundamentaler Widerspruch. Wenn die Anode am Rumpfe befestigt ist, und die Kathode am Nerven liegt, dann steigt der Strom im Nerven ab; dennoch aber ist die obere Strecke die unempfindlichste; dennoch treten bei einem Strome, der für die obere Strecke eben unzureichend ist, Zuckungen auf, sobald die Kathode nach abwärts geschoben wird. Nach dem Ergebnisse des Alternativversuches sollte die obere Strecke für den absteigenden Strom empfindlicher sein als die untere, ein Strom, der für die obere Strecke unzureichend ist, sollte also unzureichend bleiben, wenn die Kathode auf die untere Nervenstrecke gelegt wird.

Andererseits sehen wir, dass wenn die Anode am Schenkel liegt der Strom also aufsteigt, die obere Nervenstrecke empfindlicher ist, als die untere, was abermals den Ergebnissen des Alternativversuches widerspricht.

Soweit meine Erfahrungen reichen, treten die Ergebnisse beider Versuchsformen regelmässig ein, in so lange man an frischen Nerven einigermassen lebhafter Exemplare arbeitet. Wenn ich nun nach dem Vorgange einiger Forscher jede Erscheinung, welche unter gewissen Bedingungen regelmässig eintritt, ohne Weiteres als ein besonderes Gesetz bezeichnen wollte, so müsste ich sagen, dass hier zwei Reihen von Gesetzen existiren, welche

einander widersprechen. Ich werde indessen zeigen, dass die Widersprüche nur scheinbar, dass sie in einer irrigen Auffassung des Thatbestandes begründet sind. Ich werde zeigen, dass wir es nicht mit verschiedenen Gesetzen, sondern mit verschiedenen Specialfällen eines Gesetzes — oder, wie ich lieber sagen will — einer allgemeinen Regel zu thun haben.

V.

Historische Bemerkungen über die Beziehungen des Zuckungsgesetzes auf die Stromrichtung im Nerven.

Der Ausdruck „Zuckungsgesetz" ist von Du Bois-Reymond in die deutsche Literatur[1] eingeführt worden. „So schlage ich nämlich vor", sagte Du Bois-Reymond „das Ganze der Bestimmungen zu bezeichnen, wonach sich das Erscheinen und Ausbleiben der Öffnungs- und Schliessungszuckung je nach dem Sinne des Stromes im Nerven und der Stufe der Erregbarkeit richtet."[2] Der Satz aber, dass es die Stromrichtung im Nerven sei, welche die Zuckungen dominirt, rührt von Nobili her.

In der historischen Darstellung von Du Bois-Reymond wird Pfaff als der Entdecker des Zuckungsgesetzes genannt. Nun hat Pfaff wohl die Entdeckung gemacht, dass man von zwei gegebenen Stellen des galvanischen Froschpräparates, das ist also bei der Bewaffnung beider Ischiadici, an je einem Schenkel verschieden intensive Zuckungen auslösen kann, wenn man die beiden Armaturen gegenseitig ihre Plätze tauschen lässt. Dass es aber die Stromrichtung im Nerven sei, von welcher die Zuckungen abhängen, das hat Pfaff nicht ausgesprochen.

Erst nachdem die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel entdeckt war, und man also ein Mittel besass, die verschiedene Lage der Metalle zum Nerven durch die Bewegungen der Magnetnadel zu controliren, wurde es den Physikern und Physiologen nahe gelegt, ihr Augenmerk hauptsächlich auf die supponirte Stromrichtung zu wenden. So kam es also, dass

---

[1] Der entsprechende französische Ausdruck findet sich schon bei Nobili.

[2] Unters. Bd. I, pag. 304.

Nobili, als der erste,[1] welcher die Oerstedt'sche Entdeckung für die Nervenphysiologie nutzbar gemacht hat, anstatt die Lage der Pole am Nerven zu beschreiben, kurzweg die Richtung des Stromes im Nerven nannte. Diese Benennung hatte den Vorzug der Kürze und konnte an und für sich zu keinem Irrthume Veranlassung geben; denn je einer bestimmten Lage der Metalle entspricht ja — von secundären Störungen abgesehen — ausnahmslos eine bestimmte Bewegung der Magnetnadel.

Nobili ging indessen einen Schritt weiter, als er den Erfahrungen entsprechend hätte gehen dürfen, indem er sagte: Die beiden Ströme (der absteigende und der aufsteigende)[2] wirken verschieden auf den Nerven und ändern ihn in je einer besonderen Weise. Ob es aber wirklich der Wechsel der Strom*richtung* am Nerven sei, welche den Wechsel der Erscheinungen bedingt, konnte er, wie die folgende Betrachtung lehren wird, nicht sicher wissen.

Um die Stromrichtung im Nerven zu ändern, muss man die Lage der Pole vertauschen. Es kommen also Kathode und Anode bei jedem solchen Tausche an andere Stellen zu liegen; die verschiedenen Stellen könnten gegen die Vorgänge an der Anode und an der Kathode verschieden Empfindlichkeit besitzen, und so die wechselnde Intensität der Zuckungen bedingen, welche sich an die Vertauschung der Pole knüpft.

Nun könnte man zwar dieser Kritik gegenüber einwenden, dass eine bestimmte Stromrichtung immerhin mit einer bestimmten Anordnung der Pole unzertrennlich associirt sei. Worin immer also die eigentliche Ursache der Erscheinungen begründet sein mag, so knüpfe sie sich unter allen Umständen an eine Stromrichtung, und es sei daher unverfänglich, die Richtung als Indicium der Versuchsanordnung zu gebrauchen.

Dieses Indicium ist aber doch nicht so ganz unverfänglich, als es dem angeführten Einwande gemäss erscheinen könnte. Ich werde später darthun, dass dieses Indicium zu einer irrigen und

---

[1] Ich benütze für diese Behauptung Du Bois-Reymond's historische Darstellung.

[2] Les deux courans, direct et inverse, agissent différemment sur le nerf, et l'altèrent chacun d'une manière particulière. Annales de chimie et de physique. Tome XLIV (1830) pag. 72.

für die Entwickelung der ganzen Lehre nachtheiligen Auffassung geführt hat. Vorläufig will ich es versuchen, den von Nobili eingeführten Brauch durch ein Gleichniss zu kritisiren; durch ein Gleichniss, welches mir geeignet scheint, den Leser jetzt schon über die Auffassung zu orientiren, welche ich im Verlaufe dieser Schrift vertreten werde. Man denke sich eine nach Süd und Nord orientirte, und über einen Bergrücken führende Strasse. Bei einer gegebenen Triebkraft wird ein Wagen auf dem südlichen Abhange südwärts rascher fahren, wie nordwärts; auf dem nördlichen Abhange wieder nordwärts rascher wie südwärts. Hier coincidirt also an jeder Berglehne eine bestimmte Geschwindigkeit mit der Fahrt nach je einer Himmelsrichtung. Nun könnte Jemand die einschlägigen Erfahrungen wie folgt formuliren: An einer Strecke dieser Strasse überwiegt die Geschwindigkeit der nördlichen Fahrrichtung über jene der südlichen Richtung, an der anderen Strecke finde das Umgekehrte statt. So lange es sich nur um die Description des speciellen Falles handelt, lässt sich auch gegen eine solche Formulirung kein Einwand erheben. Wenn sich aber der Descriptor auf den Standpunkt des Physikers stellen, und behaupten wollte, er habe hier ein Gesetz gefunden; das Gesetz nämlich, dass an einer bestimmten Strecke der Strasse die Triebkraft bei der nördlichen Fahrrichtung mehr leiste als bei der südlichen, dann müssten wir ihn schon zur Vorsicht mahnen. Wir müssten ihm sagen, dass er seine Versuche über die Fahrgeschwindigkeit in verschiedenen Himmelsrichtungen noch viel zu wenig varirt habe, um zur Aufstellung eines Gesetzes zu gelangen. Wir müssten ihn darauf aufmerksam machen, dass die Richtung der Strasse vielleicht etwas ganz Nebensächliches, dass die ganze Erscheinung vom Bergrücken abhänge und dann nur einen Specialfall des Gesetzes der Schwere darstelle.

Genau so verhält es sich, wie ich bald zeigen werde, mit der Behauptung Nobili's und seiner Anhänger, dass die Stromrichtung es sei, welche die Zuckungen dominirt. Ich werde zeigen, dass an dem Nerven einerseits die grössere Empfindlichkeit gewisser Strecken, und andererseits die ungleich intensiven Leistungen an der Kathode und Anode ähnliche Variationen in der Leistung gewisser Stromrichtungen bedingen, wie es im Gleichnisse von der Berglehne im Zusammenhange mit der Schwerkraft

ausgesagt wird. In dem folgenden Abschnitte will ich indessen zunächst darthun, dass die Formulirung des Pfaff'schen Zuckungsgesetzes im Sinne Nobili's auch dem historischen Thatbestande Zwang angethan hat; dass schon Pfaff mehr gefunden hat, als jene Formulirung aussagt.

VI.
Die Experimente Pfaff's über das Zuckungsgesetz und ihre Beziehung zur Hypothese Nobili's von der Bedeutung der Stromrichtung für die Muskelzuckung.

Pfaff führt zwei auf unseren Gegenstand bezügliche positive Thatsachen an. Die wichtigere von beiden ist auf pag. 73 seiner schon früher citirten Schrift mitgetheilt:

„Wenn Zuckungen in beiden Gliedmassen erregt wurden durch Bewaffnung des einen Cruralnerven mit Silber und des anderen mit Zinn, so erschienen dieselben mit grösserer Stärke und waren auch länger erweckbar in der Gliedmasse, deren Nerve von Silber berührt wurde als in der anderen.“

Die andere Thatsache ist auf pag. 69 wie folgt mitgetheilt: „Bei übrigens gleichen Umständen waren die Zuckungen weit lebhafter und konnten auch viel länger erregt werden, wenn das Silber den Schenkel und das Zinn den Nerven bewaffnete, als umgekehrt.“

Wenn man diese beiden Thatsachen, wie es Du Bois-Reymond gethan hat, mit Rücksicht auf die Stromrichtung ausdrücken will, so kann man wohl sagen, Pfaff habe das Überwiegen des absteigenden Stromes über den aufsteigenden entdeckt.

Bleiben wir vorläufig bei dieser bequemen Ausdrucksweise und suchen wir mit Hilfe derselben zunächst die beiden von Pfaff gemachten Angaben zu präcisiren:

Die erste dieser Angaben liesse sich wie folgt ausdrücken: Wenn man beide Schenkelnerven eines lebenden Frosches mit den beiden Polen bewaffnet, so tritt die Zuckung auf der Seite des absteigenden Stromes schon bei geringerer Stromintensität auf, als auf der Seite des aufsteigenden Stromes.

Insofern ich aus der ausnahmslosen Übereinstimmung sehr vieler Fälle auf alle Fälle schliessen darf, so bin ich geneigt,

diesem einen Theile der Aussage von Pfaff allgemeine Giltigkeit zuzuschreiben.

Nicht so liegt die Sache mit dem anderen Theile seiner Aussage. Wenn man einen Pol an den Unterschenkel und einen Pol an den Ischiadicus derselben Seite legt, so überwiegt — so lange das Präparat frisch und normal ist — der aufsteigende Strom. Wenn man also mit einer nassen Kette arbeitet, so ist die Anordnung, bei welcher das Zink am Nerven liegt, die günstigere; wenn ich mit dem metallischen Bogen arbeite (wie es Pfaff noch geübt hat) so ist die Bewaffnung des Nerven mit Kupfer[1] die günstigere. Pfaff aber behauptete, es sei das Umgekehrte der Fall, und das muss ich als unrichtig bezeichnen.

Ich habe die Angabe Pfaff's gelegentlich bestätigt gefunden, aber immer nur an Fröschen, die anfangs das Umgekehrte, also das Verhalten gezeigt hatten, welches ich als das normale bezeichne. Da ich aber aus anderen Angaben Pfaff's schliessen zu dürfen glaube, dass die Frösche von 1795 gegen den elektrischen Reiz nicht anders reagirt haben, wie sie es heute noch thun, so bin ich zu der Vermuthung gezwungen, dass Pfaff die bestrittene Thatsache unter Umständen gefunden habe, unter welchen die Nerven bereits ihr normales Verhalten aufgegeben hatten.

Pfaff hat noch eine andere Angabe gemacht, welche vermuthen lässt, dass er nicht immer an normalen Nerven experimentirt habe. Er behauptete nämlich, dass es, wenn die eine Armatur den Nerven, die andere den Obertheil berührt, gleichgiltig sei, wie die Metalle angeordnet sind. Auch diese Angabe entspricht nicht dem normalen frischen Nerven, denn an einem solchen Nerven überwiegt ausnahmslos der absteigende Strom.

---

[1] Wenn man mit dem metallischen Bogen arbeitet, so ist es nicht zweckmässig Zink-Kupfer zu wählen, weil ein solcher Bogen in beiden Lagen so heftige Zuckungen auslöst, dass man den Unterschied nicht mehr erkennt. Man thut in diesem Falle überhaupt gut das Zink zu meiden, weil es selbst mit seinem nächsten Nachbarn in der Spannungsreihe, mit Eisen immer noch zu kräftig wirkt und wir kein Mittel besitzen, diese Wirkung abzuschwächen, ohne dem Wesen des Versuches Eintrag zu thun.

Pfaff hat zumeist mit Zinn-Silber gearbeitet, übrigens aber die mannigfachsten Combinationen geprüft.

Ich kann also nach diesen Auseinandersetzungen nur den zuerst angeführten Versuch Pfaff's, den Versuch mit der Armatur beider Ischiadici eines Frosches als den eigentlichen Ausgangspunkt der Lehre von dem Zuckungsgesetze im Sinne Nobili's und Du Bois-Reymond's ansehen, und ich will daher auch nur diesen der Discussion unterziehen.

Wie sich aus der pag. 27 citirten Angabe Pfaff's ersehen lässt, hat dieser Autor seine Entdeckung gar nicht auf eine Stromrichtung, sondern nur auf die Lage der Armaturen bezogen. Von der Stromrichtung hat, wie bemerkt, zuerst Nobili gesprochen. Du Bois-Reymond hat die von Nobili gebrauchten Termini courans direct und courans inverse mit den Worten „absteigender und aufsteigender Strom" ins Deutsche und gelegentlich (so pag. 311, Bd. I s. Unters.) auf die Entdeckung Pfaff's übertragen. So hat sich also die Meinung festgesetzt, Pfaff habe das Überwiegen des absteigenden Stromes über den aufsteigenden entdeckt. Ein einfacher Versuch wird uns aber darüber aufklären, dass diese Meinung den Thatsachen nicht strenge genug Rechnung trägt.

Halbiren wir einen Frosch in der Mittellinie oder amputiren wir beide Unterextremitäten nahe am Becken und legen die Unterschenkel übereinander. Wenn nunmehr beide Ischiadici[1] mit den Polen einer Kette bewaffnet werden, so löst die Schliessung der Kette nach wie vor zunächst (ich meine bei zunehmender Stromintensität) eine Zuckung auf der Kathodenseite aus, trotzdem der Strom auf dieser Seite aufsteigt. Nun kann man nicht behaupten, dass dieser Versuch den Angaben Pfaff's widerspreche; denn Pfaff hat nur gesagt, dass jene Anordnung der Pole die günstigere sei, welche sich auch in diesem Versuche als die günstigere erweist.

Nach dieser Excursion auf das Gebiet der Geschichte kehre ich wieder zu dem Thema zurück, welches ich in Abschnitt IV verlassen habe.

---

[1] Die Ischiadici brauchen für diese Zwecke nicht frei präparirt zu sein, es genügt, wenn sie so weit blossliegen, dass man eine Metallspitze den Nerven tangirend in die Muskelmasse senken kann.

VII.

Variation der Grundversuche, Aufdeckung neuer Widersprüche und Vergleiche zwischen diesen und den Alternativversuchen.

Ich habe schon bei der ersten Anführung der Grundversuche bemerkt, das Valli wie Pfaff darauf gar keine Rücksicht genommen, ob die Anode fixirt und die Kathode wandert, oder ob das Umgekehrte der Fall ist. Ich habe ferner daselbst nur über Versuche berichtet, in welchen die Kathode wandert. Nunmehr will ich zeigen, dass sich die Ergebnisse der Grundversuche im Principe gleich bleiben, auch wenn die Kathode fixirt wird und die Anode wandert.

Wenn ich im ganz frischen Präparate den Zinkpol am Rumpfe fixire, und den Kupferpol den Nerven entlang sprungweise vom Beckenausgange bis zum Knie wandern lasse, so wiederholen sich die Erscheinungen, die ich schon sub I als Ergebnisse des modificirten Valli'schen Versuches geschildert habe. Eine untere Nervenstrecke erweist sich empfindlicher als eine obere.[1] Senke ich hingegen den Zinkpol in den Unterschenkel und lasse den Kupferpol nach oben wandern, so erweist sich eine obere Nervenstrecke empfindlicher als eine untere.

Wenn ich indessen die Grundversuche wie in I und II mit wandernder Kathode ausführe, den Strom wende und sofort auf die hier beschriebenen Versuche mit wandernder Anode übergehe, so erfahre ich Folgendes: Bei der Fixirung eines Poles am Rumpfe wirkt der absteigende Strom schon bei geringerer Intensität als der aufsteigende, gleichviel welche Lage ich dem Taster gebe. Wenn ich ferner einen Pol in den Unterschenkel senke (wie in II), so zeigt es sich, dass der aufsteigende Strom bei geringerer Intensität wirkt als der absteigende, und zwar wieder gleichviel welche Lage ich dem Taster gebe.

---

[1] Ganz genau ist die Wiederholung unter allen Umständen nicht. An der tiefsten Lage der wandernden Pole machen sich Unterschiede zwischen beiden Reihen geltend, die später pag. 85 zur Sprache kommen.

Ich habe schon sub IV dargethan, dass die Ergebnisse der sub I und II mitgetheilten Grundversuche einerseits und der Alternativversuche andererseits in einem offenbaren Widerspruche stehen. Die nunmehr sub VII eingeführten Variationen der Grundversuche decken uns neue Widersprüche gegen die Ergebnisse der Alternativversuche auf.

Wenn man den Zinkpol am Rumpfe fixirt und den Kupferpol wandern lässt, ist der Strom aufsteigend, und dieser aufsteigende Strom übt eine geringere Wirkung aus als der absteigende, selbst wenn die Anode nahe am Knie liegt, wenn also auch die untere Nervenstrecke erregt ist, die doch nach den Alternativversuchen für den aufsteigenden Strom empfindlicher sein sollte als für den absteigenden.

Fixirt man die Kathode am Unterschenkel, dann ist der Strom absteigend und dieser absteigende Strom übt eine geringere Wirkung als der aufsteigende, auch wenn die Anode nahe am Becken liegt, und somit auch jene Strecke durchflossen ist, welche nach den Ergebnissen der Alternativversuche für den absteigenden Strom empfindlicher sein sollte, als für den aufsteigenden Strom.

Angesichts dieser Sachlage wollen wir uns zunächst darüber Rechenschaft geben, worin denn die Versuche, deren Resultate einander widersprechen, von einander differiren.

Für's Erste will ich den Unterschied besprechen, der die Alternativversuche von den Grundversuchen in Bezug auf die Anordnung der Pole unterscheidet.

Beim Alternativversuche liegen beide Pole am Nerven. Bei den Grundversuchen hingegen war der Nerv immer nur mit einem Pole bewaffnet.

Nun habe ich zwar schon in der Einleitung darauf hingewiesen, dass der Unterschied zwischen beiden Bewaffnungsarten ein principieller ist. Ich werde aber später zeigen[1]), dass und warum dieser Unterschied hier nur wenig in Betracht kommt.

Fixirt man einen Pol statt am Unterschenkel unmittelbar am Nerven, und zwar hart an seinem Eintritte in die Musculatur, und tastet nunmehr mit dem anderen Pole nach aufwärts ab; oder fixirt man andererseits den einen Pol statt am Rumpfe unmittelbar

---

1) Vergl. hier die Note zu pag. 83.

am Nerven hart an seinem Austritte aus dem Rumpfe, und tastet jetzt mit dem anderen Pole nach abwärts; so bekommt man analoge Resultate, wie in den Grundversuchen. Bei oberer Fixirung überwiegt der absteigende Strom, bei unterer Fixirung der aufsteigende Strom. Wieder sieht man ferner, dass bei der Fixirung unten, eine obere Nervenstrecke empfindlicher ist, bei der Fixirung oben hingegen, eine untere Nervenstrecke sich als die empfindlichere erweist, gleichviel, welcher Pol der fixe, respective welcher der bewegliche ist. Insoweit es also die Principienfrage betrifft, kann in dem Umstande allein, dass der Nerv bei der einen Reihe von Versuchen bipolar bewaffnet, bei der anderen aber direct nur von einem Pol berührt wird, der Widerspruch, welcher aus den beiden Versuchsreihen resultirt, nicht begründet sein.

Wenn wir die Grundversuche mit den Alternativversuchen weiter vergleichen, so ergibt es sich, dass es nur gewisse Phasen der ersteren sind, welche den letzteren widersprechen.

Wenn ich einen Pol hoch oben fixire und den anderen Pol nach abwärts wandern lasse, so überwiegt, wie ich bemerkt habe, der absteigende Strom über den aufsteigenden. So lange nun der wandernde Pol eine gewisse obere Strecke des Oberschenkels nicht überschritten hat, stimmt also der Grundversuch mit dem Alternativversuche vollkommen überein. Das widersprechende Resultat beginnt erst, wenn der wandernde Pol eine untere Strecke erreicht.

Wenn ich andererseits einen Pol tief unten fixire, und den anderen nach aufwärts wandern lasse, so überwiegt der aufsteigende Strom. So lange nun der wandernde Pol eine gewisse untere Strecke nicht überschritten hat, harmonirt der Versuch abermals mit dem Alternativexperimente. Der Widerspruch beginnt wieder erst, wenn der wandernde Pol eine obere Nervenstrecke erreicht. Mit anderen Worten: Der Versuch mit dem wandernden Pole stimmt mit den Alternativversuchen in so lange überein, als bei dem ersteren die Spannweite der Pole nicht mehr als jene obere oder untere Strecke umfasst, auf welche sich die Ergebnisse des Alternativversuches beziehen.

Um mich über diese Angelegenheit bequem ausdrücken zu können, will ich die Grenze zwischen jener oberen Nervenstrecke, an welcher beim Alternativversuche der absteigende Strom über

wiegt, und jener unteren Strecke, wo der aufsteigende überwiegt, als **Kuppe** bezeichnen. Ich habe dabei den später zu erbringenden Beweis im Sinne, dass hier die Empfindlichkeit gegen elektrische Reize ihre Kuppe erreicht.

Fig. 2.

Denken wir uns in e e_1 Fig. 2 die Oberschenkelstrecke des Hüftnerven versinnlicht, e sei die Austrittsstelle aus dem Becken, e_1 die Eintrittsstelle in den Unterschenkel und K die Kuppe der Empfindlichkeit. Innerhalb e K überwiegt also bei den Alternativversuchen der absteigende, innerhalb e_1 K der aufsteigende Strom. Fixire ich einen Pol in e_1 oder e und lasse den anderen bis nach K hinauf- oder herabwandern, so bekomme ich immer noch das analoge Resultat wie beim Alternativversuche. Sobald aber der wandernde Pol die Kuppe überschritten hat, hört die Übereinstimmung auf. Von jetzt ab treten alle jene Abweichungen von den Ergebnissen der Alternativversuche auf, deren früher schon bei Besprechung der Grundversuche und ihrer Variationen Erwähnung geschehen ist.

VIII.

Principielle Momente in welchen die Alternativversuche mit den Grundversuchen übereinstimmen.

Wenn wir die Alternativversuche mit Rücksicht auf die Beziehungen der Pole zu jener Stelle, welche ich als Kuppe bezeichnet habe, in Betracht ziehen, so ergibt es sich, dass an jeder Nervenstrecke jene Anordnung der Pole überwiegt, bei welcher die Kathode der Kuppe näher liegt, als die Anode.

Wenn wir ferner die beiden Variationen der Grundversuche mit einander vergleichen, so zeigt es sich, wie schon sub VII pag. 36 dargethan wurde, dass diejenige Anordnung die wirksamere ist, bei welcher die Kathode am Nerven liegt; denn daselbst wurde ja mitgetheilt, dass bei Fixirung eines Poles am Rumpfe der absteigende Strom überwiegt, das ist also, wenn die Kathode am Nerven wandert; ferner dass bei Fixirung eines Poles am Unterschenkel der aufsteigende Strom das Übergewicht erlangt, also wieder bei der Lage der Kathode am Nerven.

Nun können wir, wie ich schon angedeutet habe und später noch zeigen werde, den Fall, in welchem der in den Rumpf oder in den Unterschenkel gesenkte Pol Anode ist, so ansehen, als wenn die Anode an einem extremen oberen oder unteren Querschnitte der Oberschenkelstrecke liegen würde. Wenn ich daher der thatsächlichen Anordnung folgend, sage, die Kathode liegt am Nerven, so heisst das eigentlich so viel, als die Kathode liegt der Kuppe näher als die Anode.

Wenn wir ferner die Kathode nach abwärts wandern lassen, und der Strom, der anfangs unzureichend war, zureichend wird, sobald sich der wandernde Pol der Kuppe nähert, so ist hierin eine neue Übereinstimmung gegeben mit der Regel, welche ich aus den Alternativversuchen ableite.

Nun könnte man hier allerdings fragen, warum der Strom nicht sofort wieder unzureichend wird, wenn der Pol die Kuppe überschritten hat. Die Antwort auf diese Frage wird sich später ergeben, indem gezeigt werden wird, dass die Erregung nicht eigentlich von der Kathode, sondern von der negativen Spannung ausgeht, welche sich über die ganze interpolare Strecke ausdehnt, die aber allerdings ihr Maximum unmittelbar an der Kathode hat. Daher wird der Strom zunächst erst dann zureichend, wenn das Maximum der negativen Spannung auf die Kuppe fällt. Ist die Kuppe überschritten, so fällt zwar das Maximum der negativen Spannung auf eine Stelle, die minder empfindlich ist, als die Kuppe, aber immerhin steht noch die Kuppe unter dem Einflusse einer hohen negativen Spannung.

Von dieser Regel, dass jene Anordnung die bessere ist, bei welcher die Kathode der Kuppe näher liegt, als die Anode, machen jene Grundversuche, bei welchen die Anode wandert, eine Ausnahme.

Es wird sich aber später ergeben, dass auch diese Ausnahme nur eine scheinbare ist. Ich werde zeigen, dass bei der Anordnung mit wandernder Anode der Strom erst dann wirksam wird, wenn die negative Spannung gross genug ist, um trotz ihrer von der Kathode zur Anode abnehmenden Grösse [1] an der letzteren gross genug ist, um den Nerven zu erregen. Indem ich

[1] Trotz ihres Gefälles.

also bei gegebener Stromintensität die Anode der Kuppe nähere, nähere ich ihr eigentlich die negative Spannung von genügender Grösse, was aber im Principe einer Annäherung der Kathode entspricht.

Es ergibt sich aus dieser Darlegung, dass die Grundversuche mit wandernder Kathode und die Alternativversuche einander nur dann widersprechen, wenn wir der Hypothese Nobili's von der Bedeutung der Stromrichtung huldigen. Es ergibt sich, dass diese Hypothese mit den Ergebnissen der Grundversuche unvereinbar ist. Und es ergibt sich endlich, dass die Annahme von der Prävalenz einer bestimmten Nervenstrecke einerseits und der Prävalenz der Kathode andererseits hinreichen, um die Erscheinungen der verglichenen Versuchsreihen befriedigend zu erklären.

IX.

Historische Darlegung und Experimente über den quantitativ ungleichen Effect der Kathoden- und Anodenreizung.

A. Für die motorischen Nerven.

Nach den Auseinandersetzungen des Abschnittes VI darf ich die auf den Kettenschluss bezügliche Entdeckung Pfaff, wie folgt, formuliren:

Bei der Bewaffnung beider Ischiadici eines Frosches überwiegt die Schliessungszuckung auf der Kathodenseite.

Im Jahre 1859 haben Pflüger und Chauveau, beide unabhängig von einander, die Aufmerksamkeit der Physiologen neuerdings auf die besonderen Leistungen der Pole gelenkt, und die verschiedenen Wirkungen des auf- und absteigenden Stromes auf die Vorgänge an der Kathode und an der Anode zurückgeführt.

Pflüger hat — insoweit es bekannt geworden ist — nicht geleugnet, dass sich an bestimmte Stromesrichtungen bestimmte Leistungen knüpfen; aber er erklärt diese Leistungen aus der Lage der Pole einerseits und andererseits aus den Zuständen des Nerven, welche sich an die Schliessung und Öffnung der Kette knüpfen.

„Erregt wird eine Nervenstrecke,“ sagte Pflüger,[1] „durch das Entstehen des Katelektrotonus und das Verschwinden des Anelektrotonus, nicht aber durch das Verschwinden des Katelektrotonus und das Entstehen des Anelektrotonus.“

Wenngleich ich diesen Satz — wie sich später zeigen wird — nicht in seinem vollen Umfange unterstützen kann, so muss ich ihn doch als einen wichtigen Fortschritt bezeichnen, gegenüber der Lehre, dass die Muskelzuckungen von der Richtung abhängen, welche der Strom im Nerven (also vom oder zum Muskel) einschlägt.

Chauveau stellte es vollständig und entschieden in Abrede, dass die Richtung des Stromes im Nerven irgend einen Einfluss auf die Zuckungen nehme.

Die physiologische Wirkung des Stromes mache sich, sagte er,[2] (bei zunehmender Leistungsfähigkeit) zunächst am negativen Pole geltend; bei noch weiter zunehmender Leistungsfähigkeit beginnt alsbald auch die Wirkung am anderen Pole; bei weiterem Wachsen endlich reizt er die ganze interpolare Bahnstrecke.

Ich kann auch diese Aussage nicht in ihrem vollen Umfange unterstützen. Die Aussage über die Leistung der Anode scheint mir, wie sich später ergeben wird, auf einem Irrthume zu beruhen. Die Angabe hingegen, dass der Strom, wenn er eben zureichend wird, nur an der Kathode wirkt, scheint mir eine der werthvollsten zu sein, welche auf diesem Gebiete überhaupt gemacht worden ist, und ich glaube sie nun auch mit aller Sicherheit erweisen zu können.

Unter den Pathologen hat, nach Chauveau, Brenner zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass man bei der Anwendung des constanten Stromes am Menschen nicht auf die Stromesrichtung im Nerven, sondern auf die Lage der Pole zu achten habe.

„Wenn ein Pol,“ sagte Brenner,[3] „an einen günstigen Punkt des menschlichen Körpers gelegt wird, so erfolgen die Zuckungen

---

[1] Untersuch. üb. d. Phys. d. Elektrotonus. Berlin. 1859.

[2] Journal de la physiologie, 1859, Bd. II, pag. 490, 553 und Bd. III, pag. 52, 274, 534.

[3] Unters. und Beob. auf d. Gebiete d. Elektrotherapie. Leipzig 1869.

nach einer gewissen Formel, gleichviel an welcher anderen Stelle des Körpers die andere Elektrode sitzt."

Günstige Stellen sind solche, an welchen motorische Nervenfasern oberflächlich genug liegen, um relativ leicht erregt werden zu können.

Brenner nennt die günstigen Stellen „differente Punkte" im Gegensatze zu den gleichgiltigen „indifferenten Punkten", an welchen der andere Pol sitzt.

Ich werde später zeigen, dass indifferente Stellen solche sind, welche von dem zu erregenden Nerven durch genügend lange Strecken von Leitern zweiter Ordnung getrennt sind, um die Wirkung der negativen Spannung in einer für dic speciellen Zwecke genügenden Weise abzuschwächen. Die Kathode, welche an einer solchen Stelle liegt, ist daher im Vergleiche zu ihrer Lage in der Nähe eines Nerven für diesen Nerven indifferent.

Der Ausdruck „indifferente Stellen", dessen sich Chauveau und unabhängig von ihm Brenner bedient haben, scheint mir daher sehr gut gewählt zu sein. Mit dem Ausdrucke „differente Stelle" hingegen kann ich mich nicht befreunden, und es scheint mir auch, dass wir ihn entbehren können. Die folgende Fassung der von den Ärzten nach Brenner bezeichneten Formel mag diese Entbehrlichkeit illustriren.

Die Formel in dieser Fassung lautet: Wenn man einen Pol an einen motorischen Nerven [1] und den anderen Pol an eine indifferente Stelle legt, so wird dieser Nerv bei Schliessung der Kette leichter erregt von der Kathode als von der Anode.

Dabei ist es selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass beide Pole an verschiedenen Nerven liegen, in welchem Falle die Zuckungen auf der Kathodenseite leichter, respective bei geringerer Leistungsfähigkeit des Stromes ausgelöst werden, als auf der Anodenseite.

---

[1] Es wird kein Fachmann darüber im Zweifel sein, dass man dabei in Bezug auf den Menschen eine Nervenstrecke im Sinne hat, welche der von diesem Pole berührten Hautstelle nahe genug liegt, um von einem zureichenden Stromzweige getroffen zu werden, und welche überdies diesem Pole näher liegt als dem anderen.

B. Für die sensiblen Nerven.

Chauveau[1] hat über diese Angelegenheit Folgendes berichtet:

„Wenn man sich in den Kreis einer Inductionsspirale einschaltet, so erfährt man, dass der Strom — bei einer Intensität, bei der er eben wahrnehmbar zu werden beginnt — zunächst am negativen Pol gefühlt wird. Es sei aber für diese Zwecke wichtig, dass der Strom an durchaus symmetrischen Stellen des Körpers ein- und austrete. Er lässt daher die beiden Pole in Schalen, mit Kochsalzlösung gefüllt, enden und taucht je einen Finger in ganz symmetrischer Weise in je eine der Schalen."

„Da der Endinductionsstrom intensiver wirkt als der Anfangsstrom, so kann man die Sache so einrichten, dass man den Anfangsstrom gar nicht, den Endstrom aber nur an der Kathodenseite wahrnimmt."

„Schaltet man mehrere Menschen, welche durch Händeschluss eine Kette bilden, in den Strom ein, so erfährt man (unter ähnlichen Cautelen wie früher), dass der zur Empfindung eben zureichende Endstrom von allen Menschen der Kette zunächst in derjenigen Hand gefühlt wird, durch welche der Strom austritt."

Die Methode, deren sich Chauveau bedient, ist mit einem Fehler behaftet, und bedarf daher nothwendig einer Correctur.

Wenn man in die eine Schale zwei Finger einer Hand, in die andere nur einen Finger der anderen Hand senkt, so tritt die Empfindung immer zunächst an der Seite ein, wo nur ein Finger liegt, gleichviel ob hier Kathode oder Anode ist. Der Strom wird eben zunächst an dem Pole wahrnehmbar, wo er die grössere Dichtigkeit besitzt.

Nun kann man wohl die Vorsicht gebrauchen, die Chauveau empfiehlt, und je einen Finger jederseits möglichst gleichmässig eintauchen. Es genügt aber der Massenunterschied zwischen zwei gleichnamigen Fingern der rechten und linken Hand um Unterschiede zu Gunsten des dünneren Fingers wahrzunehmen.

Kathode und Anode unterscheiden sich zwar (wie es Chauveau angibt) nach der Intensität ihrer Einwirkung auf die sen-

---

[1] Journal de la physiologie. 1859. Bd. II, pag, 493.

sorischen Nerven, aber diese Unterschiede sind so gering, dass sie schon durch die genannten Unterschiede in der Stromdichte übercompensirt werden können.

Bei mir und bei einigen Menschen meiner Umgebung trat in der That die erste Empfindung immer auf der linken Seite ein, gleichviel, ob dies die Kathoden- oder Anodenseite war. Um das Experiment von diesem Übelstande zu befreien, fasse ich einen metallenen Knopf als Pol mit der zur Faust geballten Hand und tauche einen Finger der anderen Hand in eine den anderen Pol bergende Salzlösung. Bei dieser Anordnung tritt das Gefühl immer zunächst an dem in der Lösung befindlichen Finger auf. Nunmehr vergleiche ich den Endschlag einer Stromrichtung mit dem Endschlage der anderen Richtung. Die Unterschiede, welche sich dabei geltend machen, sind geringfügig, und es können daher schon kleine Fehler hinreichen, um die Resultate unbeständig zu machen. Ich empfehle daher zunächst die Anwendung einer möglichst constanten Kette und einer möglichst gleichmässigen Öffnung [1] derselben.

Unter solchen Umständen fällt es nicht schwer, sich davon zu überzeugen, dass der Öffnungsinductionsschlag an der Kathode überwiegt, respective bei geringerer Leistungsfähigkeit des Stromes empfunden wird, als an der Anode.

Das Gleiche gilt für den Schliessungsschlag des Inductionsstromes für den Endschlag des Extrastromes und für die Empfindung, welches ich an die Schliessung des constanten Stromes knüpft.

Mit der Thatsache an und für sich, dass man unter den genannten Verhältnissen die Kathode stärker empfindet, wie die Anode, wäre indessen nicht viel gewonnen, insofern ja die sensiblen Nerven dabei von einem Strome durchzogen werden, und man nunmehr sagen könnte, es sei der absteigende Strom im Nerven, welcher stärker empfunden wird, als der aufsteigende. Man kann sich aber leicht davon überzeugen, dass jede wie immer geartete Ansatzweise der Pole an die Haut dasselbe Resultat liefert, das heisst, dass immer der Kathodenreiz überwiegt. Man kann beide Pole an die Zunge, an die Stirnhaut, und zwar, in

[1] Da ich mich hier nur solcher Methoden bediene, über welche in der Literatur genügende Angaben aufzufinden sind, enthalte ich mich einer genaueren Beschreibung derselben.

jeder beliebigen Geraden ansetzen: man findet stets,[1] dass ein und derselbe Pol energischer wirkt, wenn er Kathode ist, als wenn er zur Anode gemacht wird.

Nun kann zwar noch immer behauptet werden, es sei dennoch möglich, dass die Ströme in der Haut und den unterliegenden Gebilden solche Richtungen einschlagen, dass der Nerv an der Kathodenseite unter allen Umständen von jener bestimmten Stromesrichtung (vom oder zum Gehirn) durchströmt werde, welche ihn stärker erregt, als die umgekehrte Richtung.

Ich werde in einem folgenden Abschnitte zeigen, dass diese Behauptung nicht gerechtfertigt ist. Aber lassen wir sie vorläufig noch als unangefochten stehen, so ist aus meinen bisherigen Angaben doch so viel ersichtlich, dass diese Behauptung nur noch den Werth eines Einwandes hat, denjenigen gegenüber, welche aus den genannten Ergebnissen schon mit Sicherheit schliessen möchten, dass die Stromrichtung im Nerven für den Reizeffect ganz belanglos sei, dass aber der Chauveau'sche Versuch in der genannten Modification, der Hypothese von der Domination der Stromrichtung sehr ungünstig ist.

C. Für die Muskeln.

Chauveau hat auch für die Zuckungen bei directer Muskelreizung den analogen Satz aufgestellt, wie für die sensorische Sphäre. Bei eben zureichenden Strömen, sagte er,[2] treten zunächst fibrilläre Zuckungen an der Kathode auf.

Bei weiter zunehmender Intensität bemerke man Zuckungen auch an der Anode, die aber geringer sind, als die an der Kathode. Bei genügend starken Strömen endlich mache sich die Zuckung an der ganzen durchflossenen Muskelstrecke geltend.

Insoweit es die Zuckungen bei Schliessung constanter Ströme betrifft, sind Angaben über das Vorwalten der Kathode von Vulpian, Schiff, Kühne, Bezold und Hermann für die quergestreiften Muskeln, von Engelmann für glatte Muskelfasern gemacht worden.[3]

---

[1] Unter den angegebenen Cautelen.

[2] Journ. d. l. phys. 1859. II. pag. 502.

[3] Ich entnehme diese Daten aus L. Hermann s Handbuch d. Physiologie. Bd. II, pag. 92—94.

Die Thatsache an und für sich, dass die Zuckungen an der Kathode überwiegen, ist nach der schon im früheren Abschnitte empfohlenen Methode am lebenden Thiere leicht zu constatiren. Berührt man einen blossgelegten Muskel des eben getödteten Frosches mit dem Pole I, während man den Pol II an eine beliebige andere, ausserhalb dieses Muskels und seines Nerven gelegene Stelle legt, so zuckt der Muskel bei der Schliessung in der Umgebung von Pol I bei geringerer Intensität, wenn dieser Pol Kathode, als wenn er Anode ist.

Dasselbe Verhältniss lässt sich an einem eben ausgeschnittenen Muskel eines lebenden Frosches constatiren, der auf einem beliebigen Leiter zweiter Ordnung liegt. Die Zuckungen in der Umgebung des den Muskel berührenden Poles treten früher auf, wenn dieser Pol Kathode, als wenn er Anode ist, gleichviel, an welcher Stelle des Leiters zweiter Ordnung der andere Pol liegt, gleichviel also, von welcher Seite der Strom in den Muskel hereinbricht.

Ein strenger Beweis gegen die Bedeutung der Stromrichtung ist aber auch aus diesem Versuche nicht zu gewinnen. Denn die Muskeln sind bei diesem Versuche nicht entnervt [1] und es ist immerhin denkbar, dass die Ströme von der Anode, zu der am Muskel liegenden Kathode den intramuscularen Nerven immer nur in einer gewissen Richtung treffen, wo immer die Anode liegen mag.

X.

Neue Experimente über die Leistungen des Stromes an verschiedenen Stellen eines durchflossenen Leiters zweiter Ordnung.

Ich bereite mir einen Stromgeber für die quere Durchströmung [2] des Nerven nach der, wie ich aus der Darstellung

---

[1] Wenn die Muskeln durch Curare oder durch Degeneration der Nerven entnervt, oder durch zu häufige Reize verändert sind, treten die im Texte angegebenen Erscheinungen nicht mehr so regelmässig auf. Ich berühre diese Fälle hier gar nicht, da ich daraus für den Hauptbeweis, der hier erstrebt wird, nichts zu gewinnen im Stande war.

[2] Auf die Frage, ob die Durchströmung hierbei thatsächlich nur eine quere, oder ob es Längenstromfäden sind, welche wirken, kommt es hier gar nicht an, und ich gehe auf die einschlägige Literatur daher auch gar nicht ein.

L. Hermann's[1] erfahre, schon von Galvani geübten Methode. Ein Baumwollfaden in der Länge von einigen Centimetern wird zwischen den (zu Ösen umgestalteten) Enden der beiden Zuleitungsdrähte gespannt, und die Drahtenden übrigens so zusammengelegt, dass der Baumwollfaden (*a*, Fig. 3) zwischen den beiden Ösen wie die Haare des Fiedelbogens gespannt ist. Die Drähte selbst sind gut isolirt und bei *cc* zu einem Griffe vereinigt. Nunmehr kann ich den Stromgeber über den Nerven wie den Fiedelbogen auf der Saite hin- und herführen.

Fig. 3.

In der That ziehe ich aber vor, den Nerven auf den Faden zu legen, so etwa, dass ich die eine Glasplatte, welche den Unterschenkel trägt (siehe pag. 14), in die eine Hand nehme, erhebe und den Nerven an einer beliebigen Stelle auf den Faden niedersenke. Wenn ich nun den Strom eben zureichend mache, um bei der Lage des Nerven in der Nähe der Kathodenöse Zuckungen auszulösen, so zeigt es sich, dass der Strom in der Mitte des Fadens und auf der anderen Seite in der Nähe der Anode unzureichend ist. Sobald ich[2] die Widerstände im Rheostaten verkleinere, wächst die wirksame Fadenstrecke. Und so kann ich durch allmälige Verkleinerung der Widerstände eine Hälfte des Fadens und darüber und endlich die ganze Strecke wirksam machen.

Ich muss also, auf diese Versuche gestützt, annehmen, dass sich in dem Faden die Wirkung des Stromes mit zunehmender Intensität des letzteren von der Kathode gegen die Anode ausbreitet, dass, wenn an der Anodenseite eine Wirkung auftritt, bereits die ganze Bahn wirksam ist, und es jedenfalls bereits in höherem Grade ist, als unmittelbar an der Anode.

Suchen wir uns nun diese Erscheinungen mit Zuhilfenahme der herrschenden Lehren zurechtzulegen.

Nehmen wir zunächst, der herrschenden Lehre gemäss, an, dass in dem Faden zwei Ströme verlaufen, einer vom positiven

[1] Dessen Sammel-Handbuch II. I., pag. 79.

[2] Ich spanne für diese Zwecke 12 Siemens-Halske-Elemente ein.

Pole zum negativen und einer umgekehrt. Jeder dieser Ströme, sagen wir im Sinne dieser Lehre, hat sein Gefälle; der Strom von der Anode zur Kathode hat das Maximum seiner Spannung an der Anode, während der umgekehrte Strom sein Spannungsmaximum an der Kathode hat.

Wenn nun zu derselben Zeit, als an der Kathodenseite Zuckungen ausgelöst werden, die Anodenseite sich ganz unwirksam erweist, dann muss die maximale Spannung der positiven Elektricität (in dieser Anordnung des Apparates) den Nerven gar nicht erregen und die untermaximalen selbstverständlich nicht; womit implicite gesagt ist, dass der Strom von dem positiven zum negativen Pole den Nerven überhaupt nicht erregt.

Es kann also, die Richtigkeit der genannten Lehre vorausgesetzt, nur derjenige Strom als Reiz wirken, welcher sich von dem negativen Pol zu dem positiven Pol der Kette ergiesst. Mit anderen Worten: Der Strom, welcher den Nerven in unserem Falle erregt, ist gar nicht derselbe, von dem man der Einfachheit wegen gemeinhin spricht, und auf den sich auch die Nobili'sche Hypothese bezieht, sondern es ist der entgegengesetzte, dessen Existenz in der Regel nur schweigend anerkannt wird, wenn man den ersteren nennt.

Das Muskelnervenpräparat wäre demgemäss ein Reagens für den Strom, welcher sich durch einen in den Schliessungsbogen geschalteten Leiter zweiter Ordnung vom negativem Pol zum positiven ergiesst, und gleichzeitig ein Mittel, um das von der Kathode zur Anode abnehmende Gefälle dieses Stromes, wenn nicht zu messen, so doch vergleichsweise zu schätzen.

Das Muskelnervpräparat reagirt aber bei der queren Durchströmung auf das Kathodengefälle in prompter Weise nur so lange es frisch ist, und dieser Zustand dauert unter den genannten Bedingungen nicht lange an; denn es müssen hier starke Ströme angewendet werden, um eine Wirkung zu erzielen. Ich brauche für einen kräftigen Frühjahrsfrosch durchschnittlich fünf bis sechs Daniell's, um Zuckungen auszulösen von einem Nerven, der über einen nassen Faden[1] von etwa 5 Ctm. Länge reitet. Diese

[1] Ich benütze ein Baumwollgarn von mittlerer Feinheit, wie es etwa zum Stricken verwendet wird.

starken Ströme ändern den Nerven rasch, und damit hören auch die prägnanten Unterschiede zwischen der Kathoden- und Anodenseite bald auf. An dem veränderten Nerven machen sich andere Erscheinungen geltend. Es hört plötzlich die Leistung an der Kathodenseite [1] des Fadens ganz auf, während die Anodenseite zu wirken anfängt.

Ich habe diesen Zustand wiederholt auch künstlich herbeigeführt, und zwar in der folgenden Weise:

Ich nehme ein kräftiges Exemplar, fertige rasch ein Präparat an, und überzeuge mich, dass der nasse Faden bei gewisser Stromstärke nur auf der der Kathode zugewendeten Fadenhälfte wirkt. Nun spalte ich den Nerven der Länge nach, indem ich die beiden Äste des Nerven von der Kniekehle aus nach oben auseinander ziehe, schneide einen Ast durch und experimentire an dem anderen. Schon die ersten Reizungen zeigen, dass die Kathodenseite nicht mehr dasselbe leistet, wie früher. Bald aber stellt sich das umgekehrte Verhalten ein. Die Kathodenseite leistet gar nichts, die Anodenseite des Fadens löst starke Zuckungen aus.

Ähnliche Ereignisse können auch am ungespaltenen Nerven nach wiederholten Reizungen auftreten.

Indem ich solche Erfahrungen erst in diesem Frühjahre gemacht habe, erlaube ich mir, Diejenigen, welche die Versuche wiederholen, darauf aufmerksam zu machen, dass Winterfrösche, oder Frösche in den heissen Sommertagen für diese Zwecke vielleicht ganz ungeeignet sein könnten. Ich habe zwar die Regeln, welche ich hier in Bezug auf die Längsdurchströmung aufstelle, zu allen Jahreszeiten geprüft. Ich habe aber erfahren, dass sich herabgekommene Frösche zur Prüfung gewisser Regeln zwar immer noch eignen, aber nur für sehr kurze Zeit und nur insoferne, als man mit schwachen Strömen ausreicht. Ein einziger kräftiger Schliessungsschlag kann den Ischiadicus eines herabgekommenen Frosches wesentlich verändern. Bei kräftigen Exemplaren des Früh- und Spätjahres erholen sich ferner die Nerven, wenn man sie nach dem Versuche einige Minuten hindurch zwischen den

[1] Selbstverständlich auf Ströme bezogen, die noch nicht an der ganzen Bahn wirken.

Muskeln birgt. Selbst der längsgespaltene Nerv kann sich, nachdem er bereits Anodenreaction gezeigt hatte, wieder erholen und einige Schliessungszuckungen auf Kathodenreize ausführen. Der Winterfrosch verhält sich auch hierin anders. In der Regel sank die Erregbarkeit des Nerven auch bei schonender Aufbewahrung nach wenigen Minuten so ab, dass das Präparat nicht mehr verwerthbar war.

Wenn ich also früher gesagt habe, das frische Muskelnervpräparat sei der herrschenden Lehre gemäss ein Reagens für das Kathodengefälle, so muss ich jetzt weiter hinzufügen, dass der Nerv gewisse Veränderungen eingehen kann, nach welchen er aufhört auf das Kathodengefälle zu reagiren, dafür aber von dem Anodengefälle erregt wird.

Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen nicht mit der Darstellung, welche zuerst Erman[1] von dem elektrischen Gefälle in einem Leiter zweiter Ordnung gegeben hat.

Nach dieser Darstellung sollte an dem nassen Faden, der zwischen den Polen einer Kette gespannt ist, in der Mitte ein Indifferenzpunkt liegen, und von diesem Indifferenzpunkte die positive und negative Spannung gegen die gleichnamigen Pole

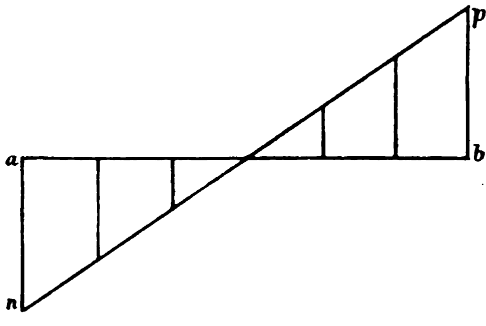


Fig. 4.

hin zunehmen. Wenn *a b* der nasse Faden zwischen den Metallspitzen, dann sollte in der Mitte die Spannung *o* das Maximum der positiven Spannung bei *b*, das Maximum der negativen

[6] Cit., nach Wiedemann, Galvanismus. II. Aufl. 1874. pag. 146.

bei *a* sein. Indem ich das Froschpräparat als Reagens anwende; indem es zweifellos ist, dass es eines gewissen Stromgefälles bedarf, um das Präparat überhaupt zur Reaction zu bringen; indem es sich ferner herausstellt, dass die Reaction bei eben zureichendem Gefälle zunächst nur bei *a* auftritt, und sich erst allmälig bei zunehmender Stromintensität von da gegen *o* ausbreitet, so lehrt uns auch dieser Versuch in Übereinstimmung mit Erman's Angaben, dass das Gefälle von *a* gegen *b* abnehmen muss.

Indem sich aber bei zunehmender Intensität die Wirkung auf den Muskel allmälig über die Mitte des Fadens hinaus gegen *b* hin ausdehnt, so müssen wir ferner schliessen, dass sich das negative Gefälle über die Mitte hinaus gegen den positiven Pol ausdehnt. Ich muss also für den Fall, als sich die Wirksamkeit bereits bis *b* erstreckt, das zureichende negative Gefälle; wie in Fig. 5 darstellen, wo das Maximum in *a*, *n*, das Minimum

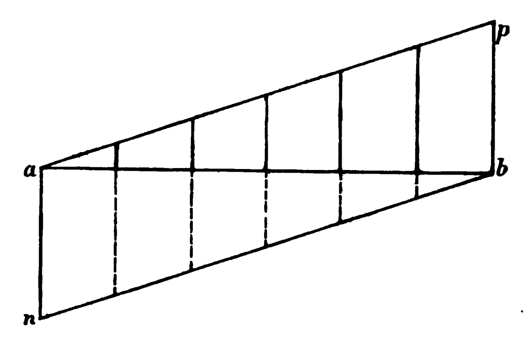


Fig. 5.

aber in *b* liegt, womit implicite gesagt ist, dass es für dieses Gefälle keinen Indifferenzpunkt gibt. Das Gleiche gilt für das positive Gefälle, welches sein Maximum in *b*, *p* sein Minimum in *a* hat.

Die Deutung, dass die Leistung an der Kathode durch den negativen Strom bedingt werde, ist die einzig mögliche nicht. Es wäre denkbar, dass es immerhin der Strom von der Anode zur Kathode sei, der wirkt, der aber an seiner Austrittsstelle

[1] Respective den wirksamen Theil desselben.

besondere Hindernisse zu überwinden hat und dieser Übergangswiderstand könnte es sein, welcher die Zuckung auslöst.

Chauveau hat in der That eine solche Hypothese aufgestellt, und zwar, gestützt auf seine Erfahrungen, dass die Wirkung des Stromes sich zunächst an der Kathode, dann an der Anode, und dann erst in der übrigen Projection des Nerven geltend mache.

Diese Hypothese ist aber an und für sich eine wenig plausible. Ich kann mir leicht vorstellen, dass der Strom beim Übergange von einem guten Leiter in einen schlechteren einen Übergangswiderstand findet und in Folge dessen in diesem schlechteren Leiter eine Leistung ausgelöst wird, die nicht ausgelöst würde, wenn dieser Widerstand nicht vorhanden wäre.

Es ist aber nicht plausibel, sich vorzustellen, dass der Strom beim Übergange aus dem schlechteren Leiter in den besseren einen solchen Widerstand erfahre. Es ist im Gegentheile wahrscheinlicher, dass der Strom aus dem schlechten Leiter in den besseren einen leichteren Abfluss findet.

Für eine solche Auffassung sprechen in der That die Gefällsverhältnisse in Leitern zweiter Ordnung. Denn wir sehen ja, dass die Spannung je eines Stromes, dem nassen Faden entlang fortschreitend, abnimmt und an je einer Austrittsstelle das Minimum erreicht. Diese Verhältnisse sind der Annahme eines Übergangswiderstandes vom schlechteren Leiter zum besseren nicht günstig.

Welche Gründe hat aber Chauveau für seine Behauptung von dem Ausgangswiderstande vorgebracht?

Chauveau hat seine Behauptung in erster Reihe auf jene subjectiven Wahrnehmungen gestützt, die sich an die Durchleitung von Inductionsschlägen durch den Körper knüpfen. Wenn man je einen Finger in je eine mit Kochsalzlösung gefüllte Schale senkt und nun die Kette schliesst, spürt man den Schlag bei eben zureichender Intensität, wie ich schon berichtet habe, nach Chauveau, erst nur an jenem Finger, der an der Kathode liegt, dann bei wachsender Intensität auch an dem anderen Finger, und bei weiter wachsender Intensität immer weiter gegen die Axe des Körpers.

Wir müssen aber bedenken, dass hier die Stromdichten in Betracht kommen. Man spürt den Strom, wie ich berichtigend

hinzugefügt habe, zunächst in dem Finger (vide pag. 45), welcher an Masse vor dem anderen zurücksteht, dann in beiden Fingern, und dann erst in den weiter gegen die Axe gelegenen Gelenken, die ihrer grösseren Masse wegen selbstverständlich erst beim weiteren Wachsthume des Stromes sensorisch ebenso afficirt werden können, wie vorher die dünneren Finger.

Diese Experimente beweisen also nicht, dass sich die Wirkung des Stromes caeteris paribus erst an der Kathode, dann an der Anode, und dann erst in der ganzen Projection des Körpers geltend mache. Es könnte wohl sein, dass sich die Wirkung, wie am nassen Faden von der Kathode gegen die Anode ausbreite; dass wenn das Gefühl auch schon an der Anode auftritt, die ganze Bahn afficirt würde, wenn sie von gleicher Dichte wäre.

In ähnlicher Weise müssen wir jene — von Chauveau und den Nervenpathologen beschriebene — Anodenschliessungszuckung beurtheilen, welche normaler Weise nach der Kathodenschliessungszuckung, das heisst erst bei grösserer Stromintensität als diese, auftritt.

Wenn ein Pol an einer für den Nerven A (auf den eben gewirkt werden soll) indifferenten Stelle liegt, so heisst das, wie ich schon bemerkt habe und im nächsten Abschnitte beweisen werde, so viel, als es sei zwischen ihm und dem Nerven A eine genügend lange Strecke von Leitern zweiter Ordnung eingeschaltet, um die Wirkung der Kathode (von dieser Stelle aus auf den Nerven A) durch Verringerung des Gefälles abzuschwächen. Wenn also die Kathode auf dem Nerven, die Anode an der indifferenten Stelle liegt, so tritt, sagen wir, bei der Stromintensität I eine Zuckung auf. Wenn man commutirt, so ist die Wirkung der Kathode, weil sie jetzt an einer indifferenten Stelle liegt, abgeschwächt. Die Anode am Nerven wirkt aber (sagen wir vorläufig bei dieser Stromintensität) nicht. Es tritt daher bei der Stromintensität I gar keine Zuckung auf. Steigere ich die Intensität des Stromes, so kann ich dahin kommen, dass das Gefälle, welches von der Kathode ausgeht, und, wie ich in diesem Abschnitte schon gezeigt habe, bis zur Anode reicht, an der Strecke der Bahn, in welcher der Nerv A liegt, schon gross genug ist, um eine Zuckung auszulösen. Diese an der Anode ausgelöste Zuckung beweist also nicht, dass die Anode als solche, respective

die positive Spannung an derselben den frischen normalen Nerven zu erregen vermag.

Ich werde übrigens in einem folgenden Abschnitte (XII) zeigen, dass sich die Verhältnisse in der That so gestalten, wie ich sie hier als möglich eingeführt habe; dass der Nerv auch da, wo er der Länge nach durchströmt wird, auch da, wo er (mit einem Längenabschnitte) die einzige leitende Brücke für den Strom bildet, von der Spannung positiver Elektricität wahrscheinlich gar nicht, ganz gewiss aber von dem Gefälle erregt wird, welches von der Kathode zur Anode abnimmt. Vorläufig will ich indessen nicht weiter gehen als zu der Behauptung, dass Chauveau und die Nervenpathologen einen Austrittswiderstand des Stromes (aus dem Nerven) nicht erwiesen haben.

Es liegt somit vorläufig kein Grund vor, die Verhältnisse bei der queren Durchströmung anders aufzufassen, als es uns durch die Erfahrung bei der queren Durchströmung nahe gelegt wird, dass nämlich der frische Nerv nur auf den negativen Strom reagirt.

XI.
Von der verschiedenen Empfindlichkeit verschiedener Nervenstrecken.

Bevor ich zu dem letzten Stücke meiner Beweise schreite, zu dem Beweise nämlich, dass die Prävalenz der Kathode auch für die Längsdurchströmung giltig ist, will ich erst den Nachweis von der Empfindlichkeitsprävalenz einzelner Nervenstrecken liefern.

Ich habe es versucht, die empfindliche Nervenstelle durch thermische und chemische Reize ausfindig zu machen, habe aber diese Versuche bald als fruchtlos aufgegeben; abgesehen davon, dass der Muskel, solange es sich um geringe, den Nerven schonende Eingriffe handelt, gar nicht reagirt, ist eine rasche und präcise Abstufung weder bei den einen noch bei den anderen möglich.

Mit mechanischen Reizen habe ich eine grössere Zahl von Versuchen ausgeführt, aber gleichfalls fruchtlos. Zwar ist der Nerv gegen mechanische Reize scheinbar viel empfindlicher, als gegen thermische und chemische Reize. Aber ich habe weder

mit dem Heidenhain'schen Tetanomotor, noch mit einem Fallapparate eine solche Abstufung zu erzielen vermocht, um damit vergleichende Versuche ausführen zu können.

Nachdem ich die Experimente mit der queren Durchströmung kennen gelernt hatte, glaubte ich ein sicheres Mittel in Händen zu haben, um die verschiedene Empfindlichkeit gewisser Strecken nachweisen zu können. Ich legte nun an dem queren Faden einige Marken an, und tastete den ganzen Nerven so mit dem Faden ab, dass verschiedene Strecken des ersteren immer an derselben Stelle des Fadens geprüft wurden. Ich erstaunte aber bei meinem ersten Versuche nicht wenig, als sich in der That eine kurze Strecke wesentlich empfindlicher zeigte, als die übrigen Stellen, aber diese Kuppe nicht dort lag, wo ich sie erwartet, sondern hoch oben, unterhalb des Abganges der Äste für den Oberschenkel. Bei einem zweiten Versuche lag die Kuppe etwas tiefer, als in dem ersten Falle, aber immer noch nicht an der Stelle, wo ich sie vermuthet hatte. Ein drittes Mal lag die Kuppe wieder hoch oben, wie in dem ersten Falle. Dann traf ich auf einen Nerven, in welchem die Kuppe wirklich dort lag, wo ich sie zu suchen geneigt war. Nach einigen Reizen sprang sie aber wieder hinauf. Kurz, die Kuppe wurde in den verschiedenen Versuchen an verschiedenen Stellen gefunden, lag aber in der Mehrzahl der Fälle hoch oben. Als ich aber daran ging, unmittelbar nachdem die Kuppe hoch oben gefunden worden war, den Alternativversuch auszuführen, zeigte es sich, dass jene Anordnung die beste war, bei welcher die Kathode eine Stelle berührte, die sich kurz vorher bei der queren Durchströmung als die empfindlichste erwiesen hatte. Nunmehr wiederholte ich den Versuch in der Weise, dass ich zuerst mit dem nassen Faden die Kuppe ausfindig machte, und dann sofort den Alternativversuch so ausführte, dass die Kathode auf die eben gefundene Kuppe zu liegen kam.

Ich habe nun in einer Reihe von Fällen den gleichen Erfolg erzielt, wie ich ihn eben beschrieben habe. Ich habe dabei aber auch erfahren, dass ein solches Verhältniss nicht lange andauert. Nach einigen Commutationen war die Kuppe von der Stelle, wo ich sie mit dem nassen Faden ausfindig gemacht hatte, verdrängt. Ich habe ferner erfahren, dass die Kuppe, nachdem ich sie durch

Abtasten mit dem nassen Faden an einer abnormen Stelle constatirt hatte, wieder von selbst herunter rückte, wenn der Nerv eine Weile in Ruhe gelassen wurde. Es unterlag demgemäss weiter keinem Zweifel, dass die starken Ströme, welche angewendet werden müssen (6—8 Daniell), um den quer über den nassen Faden gelegten Nerven genügend zu erregen, die empfindlichere Stelle zur Wanderung bringen.

Zwar ist hier der Ausdruck „Wanderung“ vielleicht gar nicht am Platze. Wenn im Beginne der Untersuchung eine mittlere und dann eine obere Stelle sich als die empfindlichste erweist, so kann es wohl sein, dass die obere Strecke gar nicht an Empfindlichkeit zugenommen hat, sondern dass nur die früher überempfindlich gewesene Strecke jetzt unterempfindlich ist; denn es muss in solchen Fällen bei jedem neuen Vergleiche der Widerstand im Rheostaten geändert werden, und es lässt sich daher aus je einer Serie von Reizen kein Schluss ziehen auf die absolute Grösse der Empfindlichkeit, welche bei der früheren Serie von Rizen vorhanden war. Der Ausdruck „Wanderung“ ist daher vielleicht gar nicht wörtlich zu nehmen, und ich habe ihn eben der Bequemlichkeit wegen gewählt, um den Thatbestand in Kürze schildern zu können.

Angesichts dieses Thatbestandes nun erwies sich auch die quere Durchströmung als keine geeignete Methode, um die normale Lage der Kuppe zu ermitteln. Dennoch aber war hier ein neues und wichtiges Argument zu Gunsten der Annahme gewonnen, dass die Unterschiede, welche durch den Alternativversuch zwischen oberer und unterer Nervenstrecke gefunden werden, nur von den Beziehungen der Kuppe abhängen. Denn es zeigte sich hier, dass, wenn die Kuppe verschoben wird, auch jene Unterschiede eine Veränderung erfahren; dass, wenn die Kuppe hinaufrückt, auch das Überwiegen des aufsteigenden Stromes hinaufgerückt wird.

Was aber in der ganzen Frage eine definitive Entscheidung herbeiführt, ist dies: Wenn ich den Ischiadicus eines kräftigen Frühjahrs-Frosches gleich nach dem Abgange der Oberschenkeläste durchschneide und den Alternativversuch so ausführe, dass ein Pol zwei bis drei Millimeter unterhalb der Schnittstelle, der zweite Pol aber etwa in der Mitte des Nerven liegt; so erweist sich an

dieser oberen Nervenstrecke der **aufsteigende** Strom wirksamer als der absteigende. Wartet man aber so lange ab, bis die in Folge des Schnittes gesteigerte Erregbarkeit in der Nähe der Schnittstelle wieder abnimmt, [1] findet man das sogenannte Zuckungsgesetz wieder umgedreht; nunmehr überwiegt wieder der absteigende Strom über den aufsteigenden.

Nicht der geringste Zweifel kann mehr darüber obwalten, dass das Überwiegen einer Stromrichtung an bestimmten Nervenstrecken mit einer grösseren Empfindlichkeit einer Stelle coincidirt.

Chauveau hat schon den Versuch an dem durchschnittenen Nerven ganz in den Intentionen und mit den Erfolgen — aber in etwas anderer Weise — ausgeführt, [2] wie ich es hier schildere. Wenngleich Chauveau die natürliche Kuppe und auch den — neun Jahre vor seiner Publication — von Helmholtz bekannt gemachten Alternativversuch nicht gekannt hat; wenngleich er eine Reihe von Erscheinungen nicht einmal im Sinne seiner eigenen Überzeugung zu deuten vermochte; so gebührt ihm dennoch das Verdienst, der erste gewesen zu sein, der seiner Überzeugung — und zwar zum Theil auf Versuche am durchschnittenen Nerven gestützt — Ausdruck gab, dass die Lage des negativen Pols und nicht die Stromrichtung über die Zuckung entscheide.

In neuerer Zeit hat Fleischl, wie es scheint, die Verschiebung der Kuppe kennen gelernt. Fleischl hat, wie schon erwähnt wurde, eine mittlere Nervenstrecke, an welcher keine Stromrichtung prävalirt, Äquator genannt. Wenn man nun den Nerven irgendwo in seinem Verlaufe durchschneidet, so wandert, sagte er, der Äquator abwärts. Überdies hat Fleischl auch schon am undurchschnittenen Nerven geringe Verschiebungen des Äquators beobachtet, und diese Wanderung, sagte er, ist vielleicht nichts als der Ausdruck der Thatsache, dass auch der undurchschnittene Nerv vom Centrum gegen die Peripherie hin abstirbt.

Ich sage, es scheint, dass hier übereinstimmende Beobachtungen vorliegen, denn mit dem Fleischl'schen Äquator hat es sein eigenes Bewandt-

---

[1] Am Tage, an welchem ich dies niederschreibe (26. April 1881, 10°R. Lufttemperatur), hat dies bei einem Frosche, der 10 Tage in Gefangenschaft sehr gut conservirt gelebt hatte, etwa 20 Minuten gedauert.

[2] Journal d. l. Physiologie 1859. III, pag. 459 u. 460.

niss. Wenn man zufällig mit einer Polspannweite von einem Centimeter arbeitet, dann kann man diesen Äquator einen Centimeter lang finden; spannt man die Pole auf zwei Centimeter, dann kann man auch den Äquator zwei Centimeter lang machen; und schliesslich kann man die ganze Oberschenkelstrecke zum Äquator machen, wenn man einen Pol tief unten und einen hoch oben aufsetzt. Es kommt eben nur darauf an, beide Pole an gleich empfindliche Stellen des Nerven zu legen, denn in diesem Falle wird der aufsteigende Strom genau so wirken, wie der absteigende.

Wenn man es mit der Gleichheit in der Wirkung der auf- und absteigenden Ströme sehr genau nimmt, ist die Ermittlung zweier Stellen von gleicher Empfindlichkeit zwar nicht leicht, und es ist mir an den wenigen Exemplaren, die ich darauf geprüft habe, gar nicht gelungen, solche Stellen ausfindig zu machen.

Doch ist dies eine ganz nebensächliche Angelegenheit. Wenn man es mit den Unterschieden nicht genau nimmt, kann man in der That Stellen ausfindig machen, an welchen der aufsteigende Strom sowohl, wie der absteigende die Zuckungen fast gleich gut auslösen und demgemäss auch verschieden grosse äquatoriale Strecken abgrenzen.

Wie gross sich Fleischl seinen Äquator gedacht hat, ist aus seiner II. Abhandlung nicht zu entnehmen. Mit Rücksicht darauf, dass er den Äquator Indifferenzpunkt nennt, konnte man meinen, er habe diese Strecke für sehr kurz gehalten. Indem er aber in einem folgenden Absatze sagt, dass man den Nerven mit einem Elektroden paar so lange abtastet, bis man eine Stelle gefunden, welche den früher erwähnten Anforderungen entspricht, so darf ich vermuthen, dass er sich diesen Indifferenzpunkt so lang gedacht hat als die Spannweite seiner Elektroden.

Da Fleischl an einem anderen Orte angibt (Abhandlung I, p. 5), dass seine Elektroden 5 Mm. Spannweite hatten, so ist die Vermuthung gestattet, dass er sich den Indifferenzpunkt — als wenigstens 5 Mm. lang — vorgestellt hat. Mithin konnte er, wenn sich die Kuppe nur so weit nach abwärts bewegte, dass sie noch mehrere Millimeter oberhalb der tiefsten Stelle lag, auch eine Wanderung seines Äquators wahrnehmen.

Gelegentlich will ich hier noch bemerken, dass ich eine beträchtliche Zahl von Versuchen an Nerven angestellt habe, die von der Kniekehle aus nach oben gespalten, aber nicht durchschnitten worden waren.

Dabei stellte es sich fast als Regel heraus, dass in dem Aste für die Strecker (und implicite auch für den Gastrocnemius) die Kuppe nach abwärts verschoben wurde, während sie in dem anderen Aste die höhere Lage beibehielt.

Die Annahme, dass meine Behauptung von der Wanderung der Kuppe mit der Angabe Fleischl's von der Wanderung des Äquators auf eine und dieselbe Thatsache zurückzuführen sei, ist also nicht unwahrscheinlich.

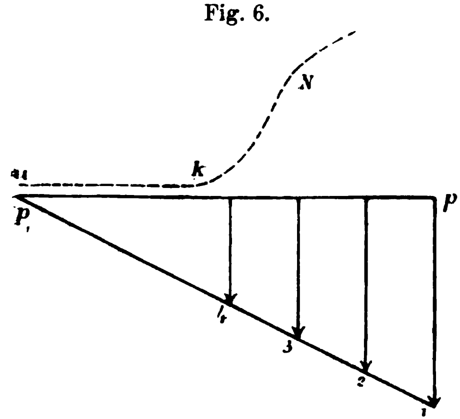
XII.

Directe Widerlegung der Hypothese Nobili's.

Ich werde in diesem Abschnitte zunächst den Beweis erbringen, dass die Erfahrungen, welche wir bei der queren Durchströmung über den Reizwerth der Kathodenspannung gemacht haben, auch für die Längsdurchströmung des Nerven giltig sei. Daraus wird selbstverständlich auch die directe Widerlegung der Hypothese Nobili's erfliessen. Für diese Zwecke muss ich mich indessen besonderer Vorrichtungen bedienen, und ich will nun durch eine einleitende Betrachtung zeigen, warum wir dieser Vorrichtungen bedürfen. Bei dieser Betrachtung werde ich übrigens vorerst annehmen, dass meine Behauptung von dem Werthe der Kathodenspannungen auch für die Längsdurchströmung richtig sei.

Nehmen wir an, der nasse Faden ($p\, p$, Fig. 6) zwischen zwei Metallpolen p und p_1 besitze, wenn p Kathode ist, Kathodenspannungen, welche durch die nach abwärts gerichteten Pfeile versinnlicht sind. Nehmen wir ferner an, der Nerv N liege mit einer unteren Strecke dem nassen Faden parallel auf. Wenn nun die Kuppe k empfindlich genug ist, um von der Kathodenspannung 4 ausreichend erregt zu werden, so wird der aufsteigende Strom eine Zuckung auslösen. Nun ist es sehr wohl möglich, dass die relative Empfindlichkeit von k gegen die Kathodenspannung 4 immer noch grösser ist, als die Empfindlichkeit von u gegen die bedeutendere Kathodenspannung 1, die auf u wirken muss, wenn der Strom commutirt, wenn p_1 Kathode wird.

Fig. 6.



Es ergibt sich aus dieser Betrachtung, dass wir bei der Längsdurchströmung des Nerven das sogenannte Zuckungsgesetz — nämlich das Überwiegen der aufsteigenden Richtung an einer unteren Nervenstrecke — auch dann noch finden können, wenn wir

den Nerven, wie bei der queren Durchströmung an den nassen Faden legen; dass wir hier also über den physiologischen Werth der grösseren Kathodenspannung getäuscht werden können.

Nicht anders braucht die Sache zu liegen, wenn wir die Anordnung so machen, wie sie in Fig. 7 versinnlicht ist, wo die untere Nervenstrecke kp_1 die ausschliessliche leitende Brücke bildet zwischen dem Pol p_1 und dem nassen Faden pk.

Fig. 7.

Anders könnte sich das Verhältniss gestalten, wenn der nasse Faden kp relativ zu der durchflossenen Nervenstrecke kp_1 sehr lang ist. In diesem Falle kann, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, die grössere Empfindlichkeit von k übercompensirt werden durch den grossen Abfall, welchen die Kathodenspannung erleidet, wenn p Kathode ist. Wenn nämlich in diesem Falle der Strom eben zureicht, um bei p_1 als Kathode, trotzdem die Stelle wenig empfindlich ist, eine Zuckung auszulösen, so kann er unzureichend sein, wenn p Kathode ist, weil zwischen k und p eine zu grosse Strecke nassen Fadens liegt, und die Kathodenspannung, welche noch auf k wirkt, zu sehr an Grösse abgenommen hat.

Nach dieser Betrachtung wird nun die folgende Versuchsanordnung verständlich werden.

Ich nehme eine Anzahl in $^1/_2$ percentiger Kochsalzlösung getränkter Fäden und ordne sie zu einem leitenden Strange in einer Länge von etwa 50—100 Centimetern, und zwar in Serpentinen, zwischen Wachs- oder Harzleistchen, welche auf einer Platte von Glas oder Hartkautschuk kleben, um das Zusammenfliessen von Strömchen zwischen je zwei Lagen des nassen Fadens zu verhindern. Ein Ende dieses Fadens verbinde ich mit einer, an eben dieser Platte befestigten Elektrode. Diese Elektrode kann aber ohne den geringsten Nachtheil für die Bequemlichkeit des Experimentirens unpolarisirbar gemacht werden. Dieses Ende des in $^1/_2$percentiger Kochsalzlösung getränkten Fadens kann also in irgend einer Weise in leitende Verbindung gesetzt werden mit einem fixirten Behälter für die Zinkvitriollösung. Ich bemerke

aber noch einmal, dass sich dadurch an der Sachlage nichts ändert. Man kann den Faden ebenso gut an eine Platinspitze legen.

Wegen der langen Strecke nassen Fadens, welcher hier eingeschaltet ist, fallen auch jene Nachtheile weg, die sich bei Inductionsströmen an die Anwendung der Platinspitzen knüpfen.[1] Der Platinkupferplatinbogen ist bei so grossen Widerständen ganz unwirksam.

Es erhellt dies schon aus der Thatsache, dass ich bei etwa 10 bis 12 Daniell und einem Abstand *o* eines kleinen Schlittenapparates[2] an einem frischen Nerven in der ungünstigen Anordnung nur eben merkliche Zuckungen auslösen kann.

In dem vorliegenden Falle habe ich mich übrigens — wie ich hier bemerken will — häufig des Inductionsapparates bedient.[3]

Das freie, mit Blutserum befeuchtete Ende meines in Serpentinen gelegten nassen Stranges benütze ich als Pol zur Bewaffnung des Nerven, der so gelagert wird, dass er an einer gewünschten Strecke einerseits den Metallpol, andererseits den nassen Faden berührt und so zwischen diesen beiden Polen die einzige leitende Brücke bildet.

In solcher Weise gelang es mir nun, mehrere Tage hindurch (13. bis 17. Mai 1881) in einer Anzahl von Exemplaren jene Resultate zu erzielen, welche ich von dem Versuche erwartet hatte. Die bessere Anordnung war immer diejenige, bei welcher der am Nerven liegende metallische Pol Kathode war, gleichviel, welche Nervenstrecke ich auch eingespannt hatte.

Mit diesem Nachweise schien die ganze Angelegenheit erledigt. Wenn es in meinem Belieben steht, an jeder Nervenstrecke bald den auf-, bald den absteigenden Strom stärkere Zuckungen auslösen zu lassen, so kann die Grösse dieser Zuckungen unmöglich von der Stromrichtung abhängen. Andererseits schien mit diesen Versuchen auch der Beweis erbracht,

---

[1] Vide pag. 12.

[2] Wie sie hier von Meyer und Wolff, Nachfolger von Siemens und Halske verfertigt werden.

[3] Ich legte dabei zwei Schlüssel ein. Einen zum Abblenden des Schliessungsschlages und einen federnden Quecksilberschlüssel zur Herstellung gleichmässiger Öffnungen.

welchen ich im vorigen Abschnitte schuldig geblieben bin, der Beweis nämlich, dass bei der Längsdurchströmung gleichfalls der an den negativen Metallpol grenzende Abschnitt der interpolaren Strecke zunächst erregt werde.

Um mich aber in einer so wichtigen Angelegenheit öffentlich zu äussern, dazu, glaubte ich, reichen die Erfahrungen einiger Tage nicht hin. Ich entschloss mich daher, die Versuche in der gegebenen Form noch eine Zeit lang zu prüfen, und ich stiess in der That bald (am 17. Mai Nachmittags) auf ein Thier, in welchem sich die Ergebnisse ganz anders, d. h. meinen Erwartungen zuwider, gestalteten.

Sofort nach diesem einen Misserfolge habe ich (im Laufe weniger Stunden) ein halbes Dutzend Frösche durchgeprüft; einer wie der andere war meinen Behauptungen ungünstig.

Welche Bedeutung ich aber dieser Thatsache beilegen musste, mag aus der folgenden Mittheilung hervorgehen.

Dass man die Ergebnisse der Alternativversuche umkehren könne, war mir schon im Juni vorigen Jahres bekannt. Die Versuchsanordnungen, durch welche mir dies damals gelungen war, und welche ich in dem folgenden Abschnitte schildern werde, schienen mir sehr werthvoll, aber sie waren nicht ganz vorwurfsfrei. Ich suchte daher, die Experimente vorwurfsfrei einzurichten, was mir nun lange nicht gelingen wollte. Nahezu ein Jahr war verstrichen, ehe ich zu der in diesem Abschnitte geschilderten Anordnung gelangte. Mehr wie einmal hatte ich inzwischen Versuchsanordnungen in Händen gehabt, welche meinen Anforderungen zu entsprechen schienen, aber keine einzige derselben hatte sich dauernd bewährt. Gelang es mir auch, durch eine neue Anordnung einmal oder mehrere Male die sogenannten Zuckungsgesetze umzukehren, und es stellte sich dann wieder das alte, das bekannte Ergebniss wie bei bipolarer metallischer Bewaffnung des Nerven ein; dann war ich immer wieder geneigt, das Neue auf Versuchsfehler zurückzuführen, die ich allerdings oft genug vergebens gesucht hatte.

Eine Reihe von Umständen hat mich indessen veranlasst, einerseits meine Vermuthungen über die Zuckungsregel aufrecht zu erhalten und mich andererseits in der Beweisführung auf falscher Bahn zu bewegen.

Die Versuche, welche ich nämlich in dem Abschnitte XIV schildern werde, die habe ich zu allen Jahreszeiten wiederholt und immer mit dem gleichen Resultate. Durch diese Versuche gelingt es, wie schon bemerkt wurde, die Alternativversuche in ihren Erfolgen umzukehren. Auch jene Grundversuche, deren Unvereinbarkeit mit der Hypothese Nobili's ich ja schon (Abschnitt IV und VII) zur Genüge dargethan habe, haben mir zu allen Jahreszeiten die gleichen Ergebnisse geliefert. Ich hielt also wohl daran fest, die Nobili'sche Hypothese sei falsch. Indem sich aber die eben citirten Versuchsergebnisse gleich jenen der Alternativversuche im Hochsommer sowohl, wie im Winter, und in der guten Jahreszeit; ferner an frischen Exemplaren sowohl, wie an herabgekommenen zu demonstriren vermochte, neigte ich mich der Meinung zu, dass die Angaben der älteren Galvaniker über die Unverlässlichkeit der Froschpräparate für die fundamentalen Regeln gar nicht passen. Die Nerven, meinte ich, zeigen unmittelbar nach ihrer Blosslegung immer dieselben Phänomene. Verschieden sei nur die Dauerhaftigkeit der Präparate. Das Präparat eines kräftigen Frühjahrsfrosches lässt noch nach Dutzenden von Reizungen die Grundregeln erkennen, während das Präparat von einem herabgekommenen Winterfrosche sein Verhalten zuweilen schon nach einer Reizung ändert.

Wo sich also am herauspräparirten Nerven die Alternativversuche richtig zeigten, glaubte ich, müssen auch meine Gegenversuche gelingen, und wenn dies letztere nicht zutrifft, dann müssen meine Versuchsanordnungen mangelhaft sein.

Diese Art zu schliessen, hat sich aber als unrichtig erwiesen. Die Alternativversuche müssen im Sinne der Autoren ausfallen, so lange der Nerv gegen das Kathodengefälle nur im Geringsten empfindlicher ist als gegen das Anodengefälle; denn so lange dies der Fall ist, muss jene Anordnung besser wirken, bei welcher der besser wirkende Pol auf der empfindlicheren Stelle liegt. Um aber ein solches Ergebniss des Alternativversuches umzukehren, muss man das Kathodengefälle, welches die Kuppe trifft, durch Einschaltung eines Leiters zweiter Ordnung zwischen Kuppe und Kathode bis zu einem gewissen Grade abschwächen. Nun können eine Reihe von Ereignissen eintreten, welche eine solche Abschwächung erschweren, oder gar unmöglich machen. Ich werde

von diesen Ereignissen nur einen Fall, der ein grösseres Interesse in Anspruch nimmt, in einem besonderen Abschnitte (XIII) besprechen. Zuvor aber will ich zeigen, dass die Discussion solcher Ereignisse keine müssige ist, dass wir durch die Erfahrung dazu geführt werden.

Ich kehre wieder zu der Erzählung zurück, die ich pag. 63 verlassen habe. Nachdem ich an einer Serie von Fröschen erfahren hatte, dass die Versuche, welche eine Reihe von Tagen hindurch in einem gewissen Sinne [1] ausgefallen waren, plötzlich wieder versagen, fiel es mir bei, dass mein Vorrath an Fröschen seit acht Tagen nicht erneuert worden war. Die Frösche, über welche ich noch verfügte, waren matt, zeigten gangränöse Stellen, und es war also nicht ausgeschlossen, dass hierin die Ursache der Misserfolge läge. Ich war zu dieser Meinung um so mehr geneigt, als ich bei einer nochmaligen Wiederholung der Versuche plötzlich auf ein Präparat stiess, welches sich wieder meinen Erwartungen gemäss verhielt, und dieses Präparat rührte von einem zwar kleineren, aber munteren Thiere her. Des anderen Tages hatte ich bereits frisch eingefangene Exemplare zur Verfügung, und in der That fielen jetzt die Versuche genau so aus, wie in der ersten Serie (13. bis 17. Mai). Zwei Tage später begann ich den Versuch mit einem kleineren matten (etwas hydropischen) Exemplar dieser zweiten Serie und abermals gelang es nicht, das Zuckungsgesetz umzukehren. Nun wurde ein kräftiges Exemplar ausgesucht und die Umkehrung gelang wieder in ganz exquisiter Weise.

Am folgenden Tage, 22. Mai (72 Stunden nach der Einlieferung, [2] etwa 80 Stunden nach der Gefangennahme) zeigten die ersten zwei Frösche, welche ich zur Untersuchung bekam, wieder das meinen Erwartungen ungünstige Verhalten. Nun kam ein drittes Thier an die Reihe, welches beim Köpfen so viel Blut entleert hatte, wie die beiden ersten zusammen, und dessen Haut übrigens auch auffallend klebrig war, [3] und an diesem Thiere zeigte sich wieder bei den ersten Reizungen eine Umkehr des

[1] Umkehrung der sogenannten Zuckungsgesetze.

[2] Diese Angabe ist darum von einigem Interesse, weil mein Laboratorium in sanitärer Beziehung so schlecht situirt ist, dass die Frösche rasch abfallen.

[3] In der Regel ein Zeichen, dass die Thiere kräftig sind.

sogenannten unteren Zuckungsgesetzes. Nach einigen Reizungen stellte sich jedoch eine Unentschiedenheit und dann das bekannte, meinen Behauptungen ungünstige Verhalten wie bei der bipolaren metallischen Bewaffnung ein.

Die Thatsache selbst, dass es unter Umständen gelingt, die Resultate der Alternativversuche nach Belieben zu gestalten, schien mir mit diesen Erfahrungen zur Genüge sichergestellt. Der Umstand aber, dass sich solche Resultate an Frühjahrsfröschen, die wenige Tage in der Gefangenschaft verlebt haben, nicht mehr gewinnen lassen, war immerhin geeignet, die Festigkeit meiner Beweise gegen die Hypothese Nobili's wesentlich zu verringern.

Weitere Erwägungen haben mich indessen dazu geführt, die in Rede stehenden Experimente unter Bedingungen auszuführen, die meinem Beweisverfahren weitaus günstiger sind als die Anordnung, auf welche ich mich früher bezogen habe.

Wenn ich darthun will, dass die Einschaltung eines Leiters zweiter Ordnung zwischen Nerv und negativen Metallpol die Wirkung des letzteren schwächt, muss ich hiefür nicht gerade eine Nervenstelle von maximaler Empfindlichkeit wählen, und es ist vollends nicht nöthig, eine solche Stelle mit einer anderen von geringster Empfindlichkeit zu vergleichen.

Wenn ich solche zwei Stellen vergleiche — und das ist der Fall, wenn ich den einen metallischen Pol an das unterste Ende des Nerven, das freie Ende des nassen Fadens aber an die Kuppe lege — dann muss die Abschwächung der Kathodenspannung eine sehr grosse sein, damit sie an der empfindlichsten Stelle weniger leiste, als ungeschwächt an der unempfindlichen Stelle.

Der Beweis von der Leistung des Kathodengefälles kann aber auch dann vollständig hergestellt werden, wenn ich zwei Nervenstellen vergleiche, die möglichst geringe Empfindlichkeitsunterschiede besitzen. Ich habe daher eine mittlere Nervenstrecke zu meinen Versuchen gewählt, eine Strecke, deren Grenzstellen (ober und unter der Kuppe) zwar nicht von ganz gleicher Empfindlichkeit, aber doch geringere Empfindlichkeitsunterschiede boten, als wenn die Kuppe mit einer oberen oder unteren Stelle verglichen wird. An einer solchen Strecke experimentire ich nun, wie folgt:

Ich lasse den Nerven eines Präparates (im Sinne der Einleitung, pag. 14) von einer Glasplatte zur anderen ziehen, lege an die Nervenbrücke zwischen den Glasplatten ein Ende des nassen Fadens,[1] der hier leicht haften bleibt und dirigire die Metallspitze mit der Hand. In dieser Weise kann ich auf dem kürzesten Wege die Lage der Pole vertauschen.

Bei dieser Anordnung, glaubte ich, frage es sich weiter nicht darnach, welche der beiden berührten Stellen die empfindlichere sei. Wenn meine Behauptung richtig ist, dann muss sowohl vor als nach der Vertauschung des Metallpols mit dem Faden jene Commutatorstellung die günstigere sein, bei welcher der Metallpol (am Nerven) Kathode ist.

Das traf nun in der That an mittleren Strecken solcher Nerven zu, an welchen es mir an einer höheren oder tieferen Strecke nicht mehr gelingen wollte, das sogenannte Zuckungsgesetz umzukehren.

Nachdem ich im Laufe der Tage vom 23. bis 27. Mai täglich mehrere Exemplare meines Vorrathes verarbeitet und in mittleren Strecken immer die, meinen Behauptungen günstigen Resultate gefunden hatte, sah ich mich durch den folgenden Versuch veranlasst, die Angelegenheit, in so weit es die Principienfrage betrifft, als erledigt zu betrachten. Am 26. Mai erhielt ich Frösche, welche angeblich am 25. gefangen worden waren. Einige Exemplare, welche ich sofort verarbeitete, zeigten an mittleren Nervenstrecken meinen Forderungen günstige Resultate, während es mir an den oberen und unteren Strecken nicht mehr gelang, genügend zu übercompensiren. Am 27. Morgens bekam ich aber von derselben Lieferung ein Exemplar (Männchen) in die Hände, welches sich durch auffallende Klebrigkeit der Haut auszeichnete. Ich verwendete es erst zu einem Versuche (an der rechten Unterextremität), welcher auf pag. 77 geschildert ist. Dann präparirte ich den Ischiadicus links in der bekannten Weise, und konnte schon bei einer Einschaltung von etwa 20 Ctm.[2] nassen Fadens

---

[1] Die volle Isolirung dieses Fadens vom Nerven ab ist absolut erforderlich.

[2] Wenn ich oben von 50—100 Centimetern Fadenlänge gesprochen, so soll damit nicht gesagt sein, dass eine solche Länge absolut nothwendig

oben wie unten das vermeinte Zuckungsgesetz umkehren. Etwa zehn Minuten später gelang dies bei der genannten Fadenlänge an der unteren Strecke nicht mehr. Nun rückte ich den Metallpol aus der tiefsten Lage um etwa 5 Mm. in die Höhe. In dieser Lage gelang die Umkehrung. Jetzt rückte ich den Pol wieder hinab, die Umkehrung gelang unten abermals nicht. Nachdem ich diesen Versuch mehrmals und immer mit dem gleichen Erfolge wiederholt hatte, hielt ich die Sache für abgeschlossen. Es war in diesem Falle offenkundig, dass die Umkehrung am ganz frischen Nerven selbst da noch gelang, als der metallische Pol an der untersten Stelle (an einer Stelle von geringster Empfindlichkeit), der nasse Faden aber an der Kuppe lag. Es war offenkundig, dass sich an dem Nerven während der Arbeit etwas verändert hatte, was die Übercompensirung der empfindlichsten Stelle gegenüber der unempfindlichsten nicht mehr gestattete, wohl aber noch gegenüber einer minder unempfindlichen Stelle.

Ich hatte damit die volle Überzeugung gewonnen, dass die ungünstigen Fälle zum Theil wenigstens durch eine Veränderung des Nerven, respective durch eine Erschwerung der Übercompensirung ungünstig geworden waren. Ich sage zum Theil, denn ich kann nicht ausser Acht lassen, dass eine Wanderung der Kuppe nach einer äussersten oberen oder unteren Region an einem herabgekommenen Thiere den Fall gleichfalls zu einem (in meinem Sinne) sehr ungünstigen gestalten müsse.

Trotzdem ich nunmehr den Beweis, den ich mit diesen Versuchen angestrebt, für erbracht angesehen habe, so unterliess ich doch nicht vor Abschluss des Manuscriptes noch eine weitere Serie von Versuchen auszuführen, und ich glaube, dabei über noch einen Umstand aufgeklärt worden zu sein, den ich zwar schon im Laufe der früheren Versuche oft genug wahrgenommen, aber bisher nicht ausgewerthet hatte.

---

sei. Ich habe die lange Strecke genannt, weil es mir durch Überlegung und Erfahrung nahe gelegt wurde, längere Strecken einzuschalten. Eine genaue Ermittlung, wie kurz von Fall zu Fall der Faden gemacht werden darf, um noch genügend zu compensiren, habe ich nicht vorgenommen. Wir haben es hier jedenfalls mit variablen Verhältnissen zu thun, und eine lange Fadenstrecke kann nur nützen.

Ich habe an mehreren, am 30. Mai Morgens frisch eingelieferten Exemplaren an keiner Strecke des Nerven einen meinen Erwartungen günstigen Erfolg wahrnehmen können. Dennoch aber habe ich dabei eine Beobachtung gemacht, die an und für sich als ein Beweis in meinem Sinne angesehen werden kann.

Wenngleich der an einer mittleren Nervenstrecke trotz der Vertauschung des Metallpols mit dem Fadenende (unter allen Umständen also) der aufsteigende Strom über den absteigenden überwog, so ergab doch jede Vertauschung der Pole folgende Unterschiede. Wenn der Platinpol an der höheren Stelle lag, überwog der aufsteigende Strom, wenn ich dann den Faden an die obere, das Platin an die untere Grenze der zu prüfenden Strecke legte, überwog der aufsteigende Strom zwar noch immer, aber ich musste jetzt für den aufsteigenden Strom grössere Intensitäten nehmen, um eine Zuckung auszulösen. Die Stromrichtung hatte sich nicht geändert, die durchflossene Strecke auch nicht; geändert hat sich nur die Lage des Platinpols. Wenn also der Platinpo die höhere Lage einnahm, war die Anordnung eine günstigere.

Daraus ergibt sich, dass der Nerv, wenngleich er sich nicht mehr zu einer Übercompensirung eignete, uns dennoch zeigt, dass die metallische Spitze an der empfindlicheren Stelle die bessere Anordnung gibt als der nasse Faden an dieser Stelle.

Nachschrift während der Correctur. 20. Juli.

Der Juni dieses Jahres war in Wien ungewöhnlich warm. Die Frösche kamen schon matt bei uns an und waren nicht einmal für histologische Zwecke ganz brauchbar. Es konnte z. B. keine normale Keratitis erzeugt werden. Die Uebercompensirungs-Versuche misslangen auch durchwegs. Gegen die Mitte Juli stellten sich einige kühlere Tage ein. Während dieser Zeit zeigte mir Herr Dr. Gust. Gärtner, welcher die Experimente mit etwas geänderten Vorrichtungen an Säugethieren fortsetzt, dass auch die Frösche wieder sehr gut und selbst mit kurzen Fadenstrecken übercompensiren lassen.

Bald darauf folgten wieder einige Tage mit Lufttemperaturen von 35 im Maximum, die Versuche gingen wieder schlechter, aber nicht so schlecht, wie im Juni. In der Mitte des Nerven liess sich immer sehr gut compensiren. Es wird also wohl noch einer Studie bedürfen, um die Zustände des Nerven in den verschiedenen Jahreszeiten kennen zu lernen. Für die Principienfrage ist das aber gleichgiltig.

XIII.
Über den Übergangswiderstand zwischen verschieden guten Leitern.

Ich habe schon in der Einleitung, pag. 10 bemerkt, dass wohl jede Strombahn von einerlei Leitungsvermögen ihren positiven und negativen Pol haben müsse. Wenn wir also z. B. am Menschen nur einen Pol an den Nerven setzen, den anderen Pol aber an eine entfernt von diesem Nerven liegende Hautstelle, so wird dieser Nerv, wenn er überhaupt durchströmt ist, dennoch seine Anode und Kathode haben. Ob aber diese beiden Pole in ihrer physiologischen Leistung gleichwerthig sind, oder — da ich nur von der Kathode reden will — ob es gleichwerthig ist, wenn einmal der metallische negative Pol hart am Nerven und das andere Mal an einer entfernten indifferenten Stelle liegt, das, sagte ich, sei eine noch unentschiedene Frage.

Die Ärzte haben über diese Angelegenheit zwar bestimmte Erfahrungen gemacht; Erfahrungen, welche durchaus gegen eine solche Gleichwerthigkeit sprechen; aber diese Erfahrungen sind angesichts der Domination einzelner Lehrsätze theoretisch nicht ausgewerthet worden.

Meine in dem vorigen Abschnitte geschilderten Versuche sind nun eigentlich nur nach Variationen jener Regeln geordnet, die sich aus der Praxis herausgebildet haben. Denn wenn ich sage, die Einschaltung eines Leiters zweiter Ordnung zwischen negativem Metallpol und Nerv schwäche die Wirkung dieses Pols, so habe ich doch nichts anderes gethan als die Kathode — im Sinne der Ärzte — an eine indifferente Stelle gelegt. Meine Versuchsanordnung ist aber wesentlich einfacher als die Anordnung, deren sich die Ärzte am Menschen bedienen. Meiner Anordnung gegenüber kann nicht behauptet werden: „Man wisse nicht, von welcher Stromrichtung der Nerv durchflossen sei.“ Die Beweiskraft meiner Versuche ist demgemäss auch nicht von dem Gesichtspunkte aus zu erschüttern, von welchem die Behauptungen der Ärzte in der That kritisirt worden sind. Wenn ferner in meiner Anordnung der negative metallische Pol an der indifferenten Stelle weniger leistet als unmittelbar am Nerven, so ist dies eine Thatsache, gegen welche das Argument: „Der Nerv müsse doch eine

Kathode haben", keine Beweiskraft hat. Der Nerv hat wohl seine Kathode, auch wenn der negative metallische Pol von ihm weit ab liegt; aber die negative Spannung ist nicht mehr dieselbe, wie unmittelbar an diesem Metallpol, daher die geringere Wirkung, daher der Indifferentismus bei Stromstärken, die nicht indifferent wären, wenn dieser Pol am Nerven selbst läge. Worin ist es aber begründet, dass die Kathode am Nerven durch die Einschaltung des Leiters zweiter Ordnung in ihrer Wirkung herabgesetzt wird?

Die Antwort auf diese Frage ist zum Theil schon in Abschnitt XI gegeben. Der eingeschaltete Leiter zweiter Ordnung bildet mit dem Nerven eine Continuität, einen Strang, der die Metallpole verbindet. Es muss daher auch das elektrische Gefälle zwischen den beiden Metallpolen als ein Continuum betrachtet werden. Wenn nun der metallische negative Pol durch eine relativ grosse Strecke nassen Stranges vom Nerven getrennt ist, so wird das Gefälle, am Nerven angelangt, schon verringert sein, und daher die geringere Wirkung.

Ist es aber berechtigt, den nassen Strang und den Nerven als einen Leiter anzusehen, in welchem das Gefälle so verlauft, wie wenn nur eine gleich lange Strecke des nassen Fadens allein oder des Nerven allein eingespannt wären?

Speculation und Erfahrung lehren übereinstimmend, dass dies unter Umständen, unter welchen gewisse Fehler vernachlässigt werden dürfen, wohl zulässig ist. Die Speculation führt uns zu der Vorstellung, dass der elektrische Strom beim Übergange aus dem Metall in den Leiter zweiter Ordnung einen Widerstand findet, weil die Leitung eine schlechtere wird, und der Strom an Geschwindigkeit einbüsst.

Nun ist es nicht unberechtigt, sich weiter vorzustellen, dass ein Strom, der plötzlich einen grossen Widerstand erfährt, und an Geschwindigkeit einbüsst, dadurch plötzlich an Spannung gewinnt. Dieser Speculation entspricht auch die Thatsache, dass die beiden Ströme unmittelbar am Übergange vom Metall zum Leiter zweiter Ordnung ihre maximale Spannung besitzen, und von da ab gegen den anderen Metallpol (die relativ freie Ausflussmündung) abnehmen.

Ob nun dieses Gefälle ein so stetiges ist, dass es durch eine gerade Linie ausgedrückt werden darf; ob es ferner beim Übergange vom nassen Faden zum Nerven besondere Änderungen erleidet oder nicht, das sind für uns secundäre Fragen, insolange unser Zweck erreicht wird, unser Zweck nämlich, das Gefälle in einer so merklichen Weise abzuschwächen, um dadurch die Ungiltigkeit der Hypothese Nobili's zu demonstriren.

Insofern es sich indessen ergeben hat, dass sich die Nerven frisch eingefangener kräftiger Exemplare in dieser Beziehung etwas anders verhalten, als die Nerven weniger kräftiger Gefangenschaftsexemplare, scheint es der Mühe werth, zu untersuchen, was sich denn im Nerven ereignen könnte, um sein Verhalten dem nassen Faden gegenüber zu ändern.

Wenn ich den nassen Faden in seiner ganzen Länge unverändert lasse, aber die Variation einführe, dass das freie Ende des Fadens einmal den Nerven direct berührt, und das andere Mal nur durch Vermittlung eines kurzen Platinstabes, so ändern sich die Verhältnisse; der Nerv verhält sich, wenn das Platinstück eingeschaltet ist, wie ein bipolar metallisch bewaffneter. Der nasse Faden wirkt zwar nach wie vor als Rheostat, und wird natürlich auch die Spannung, respective die physiologische Leistung des Stromes herabsetzen. Unter den durch diesen Rheostaten gegebenen Spannungsverhältnissen bildet sich aber beim Übergange des Stromes vom Platin zum Nerven ein Übergangswiderstand und ein Spannungsmaximum gerade so, wie wenn der andere Platinpol Kathode wäre.

Wenn ich andererseits das freie Ende des nassen Fadens unmittelbar an den Nerven legen, den Nerven selbst aber zu einem Leiter tieferer Ordnung als der Faden ist, umgestalten könnte, müsste sich abermals ein relativ grösserer Übergangswiderstand und eine grössere Kathodenspannung geltend machen.

Wenn also der Nerv an Leitungsfähigkeit einbüssen würde, so müsste die Eigenschaft des nassen Fadens, „die physiologische Leistung der Kathode am Nerven herabzusetzen" Einbusse erleiden.

Eine solche Einbusse ergibt sich nun an Nerven von Thieren, welche in der Gefangenschaft herabgekommen sind. Ob die

Trägheit solcher Thiere in der That auch mit einer verminderten Leitungsfähigkeit der Nerven zusammenhängt, lasse ich hier unerörtert; denn es liegt mir ferne, die Speculationen, welche ich in diesem Abschnitte vorgetragen habe, so plausibel wie möglich zu machen; es liegt mir ferne, die Meinung wach zu rufen, als hielte ich diese Darlegung für gleichwerthig mit einem Beweise. Ich wollte mit dieser Speculation einerseits zeigen, dass wir den Unterschieden gegenüber, die sich zwischen ganz kräftigen und herabgekommenen Fröschen ergeben, nicht ganz rathlos dastehen, und anderseits einen Anhaltspunkt bieten zum Verständnisse von Erscheinungen, welche im nächsten Abschnitte zur Sprache kommen.

XIV.

Anwendung der Prävalenztheorie auf den intacten Frosch.

Wiederholt ist schon die Meinung ausgesprochen worden, dass wir über die Stromrichtung im Nerven nur dann eine sichere Aussage machen können, wenn wir den isolirten Nerven auf die Stromgeber bringen; wenn wir aber die Stromgeber auf die Weichtheile legen, welche den Nerven bergen, so hätten wir über die Stromrichtung im Nerven kein Urtheil.

Ich will diese Meinung durch einen fingirten Fall illustriren.

Denken wir uns einen feuchten Fliesspapierbausch *a b c d*, Fig. 8, welcher von *a* bis *e* einen Kupferdraht und von *b* bis *f* einen zweiten Kupferdraht birgt. Nun denken wir uns weiter, dass zwischen *e* und *f* (in der punktirten Linie) ein Nerv läge.

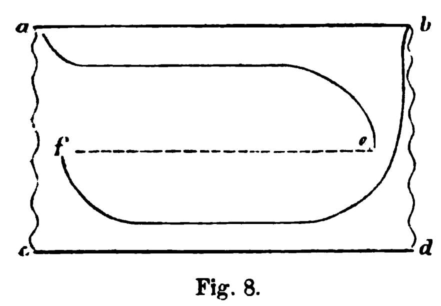


Fig. 8.

Wenn wir jetzt den positiven Pol an *a*, den negativen an *b* setzen, so werden wohl Ströme in der Richtung von *a* nach *b* laufen, der Nerv selbst würde aber dennoch hauptsächlich in der umgekehrten Richtung von *e* nach *f* durchströmt werden, weil er die mächtigsten Stromantheile von dem positiven Pol *e* zum negativen *f* erhielte.

Nun müssen die Bahnen *a e* und *b f* nicht gerade von Kupfer sein, um solche Effecte für den Nerven zu erzielen. Ein ähnliches Resultat könnte auch eintreten, wenn diese Bahnen überhaupt nur besser leiten, als die Umgebung.

Da nun über das Leitungsvermögen der verschiedenen Gewebslagen, welche den Thierleib zusammensetzen, keine genügenden Untersuchungen vorliegen, so kann man auch über die Stromrichtung in einem Nerven keine sichere Aussage machen, so lange der Nerv in seinem natürlichen Bette liegt, und die metallischen Stromgeber an die unverletzte Haut gesetzt werden.

Auf Grundlage solcher Betrachtungen werden die Erfahrungen, welche die Nervenpathologen am Menschen machen, für die Feststellung des Zuckungsgesetzes als unmassgeblich bezeichnet. Dieser Umstand allein macht es schon wünschenswerth, einmal darüber ins Klare zu kommen, ob es auch in der That richtig sei, dass man über die Richtung, welche der einem lebenden Menschen zugeführte Strom in einem bestimmten Nerven nehme, gar keine Auskunft geben könne.

Da mich überdies die Beweisführung zu meiner Hauptfrage auf dieses Gebiet führt, und ich an Stelle des in dem vorigen Abschnitte geschilderten, umständlichen Versuches ein sehr einfaches Verfahren anwenden kann, welches die Hypothese Nobili's, wenn auch nicht mit der Sicherheit, wie die sub XII geschilderten Versuche, aber doch mit Wahrscheinlichkeit widerlegt; da ich endlich durch diese Versuche den Beweis erbringen kann, dass der Nerv auch in seiner natürlichen Lage im intacten Frosche eine der Empfindlichkeit nach prävalente Strecke besitzt, so wird es gerechtfertigt sein, wenn ich der Angelegenheit hier eine ausführliche Darstellung widme.

Ich präparire den Oberschenkel eines Frosches von hinten her so weit bloss, bis der Hüftnerv zu Tage liegt. Dann stosse ich oberhalb der Kniekehle und hart am Nerven eine Platinspitze in die Weichtheile. Eine zweite Platinspitze senke ich zwischen dem unteren und zweiten Drittel des Oberschenkels, nahe dem äusseren Rande[1] des Schenkels ein.

---

[1] Ich verwende hierzu grosse Frösche.

Wenn nun Nu in der Fig. 9 eine untere Strecke des Nerven versinnlicht, so sollen qq_1 die eingesenkten Platinspitzen repräsentiren. Nunmehr nütze ich diese Spitzen als Stromgeber und führe also dem Schenkel einen Strom zu, den ich jetzt aufsteigend nennen werde, wenn q Anode, und absteigend, wenn q Kathode ist.

Während ich aber den Strom zuführe, leite ich mit Hilfe zweier anderer (unpolarisirbarer) Spitzen up up_1 den Stromzweig, welchen der Nerv dabei erhält, zu einem Galvanometer ab. Diese Ableitung lehrt mich, dass, wenn der zugeführte Strom von q_1 zu q_1 aufsteigt, auch der vom Nerven ableitbare Strom von up zu up_1 aufsteigt, wenn jener andererseits von q_1 zu q absteigt, auch der ableitbare Strom im Nerven absteigt.

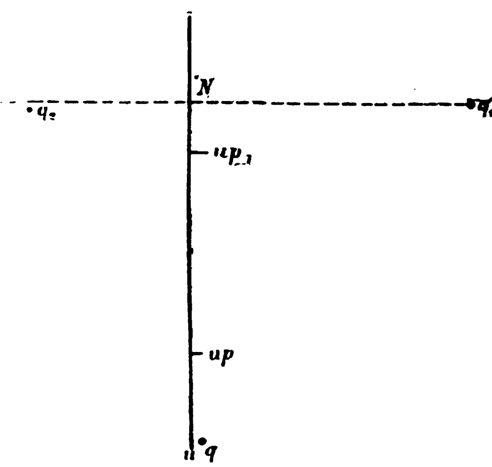


Fig. 9.

Welche Verbindungslinie immer ich auch zwischen q_1 und q_2 q_1 mit den ableitenden Spitzen berühren mag, die Ableitung lehrt unter allen Umständen, dass der dominirende Strom mit dem zugeführten gleichsinnig ist.[1]

Das Resultat bleibt dasselbe, wenn ich die Lage des Poles q_1 innerhalb jener Querschnittsebene variren lasse, die bei q_1

---

1 Ich bediene mich des Ausdruckes dominirender Strom, da die Nadelablenkung nur die Resultirende von den vielen Stromzweigen zu erkennen gibt, von welchen jede dieser Verbindungslinien getroffen wird.

durch den Oberschenkel gelegt werden kann. Das Resultat bleibt endlich dasselbe, wenn ich den Pol p_1 nicht in die Weichtheile senke, sondern an die äussere Haut lege.

Der dominirende Strom in den Verbindungslinien zwischen q und verschiedenen Punkten der Geraden und q_1 q_2 bleibt sich indessen bei diesen wechselnden Anordnungen nur in Bezug auf die Richtung gleich.

Die Grösse der Nadelablenkung nimmt ab mit der Zunahme der Divergenz zwischen der Linie des Hauptstromes und der Linie der Ableitung.

Wenn der Strom durch *p p* (Fig. 10) zugeführt wird, so gibt die Ableitung von zwei Punkten *a b* dieser Linie eine grössere Ablenkung als von den Punkten *c d* der Linie *Np*.

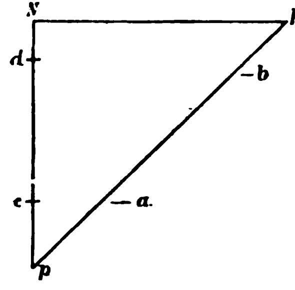


Fig. 10.

Wir besitzen auch in dem lebenden Rheoskop ein ausgezeichnetes Hilfsmittel nicht nur die Existenz von Strömen, sondern auch die Richtung derselben zu prüfen.

Wenn man ein frisches Präparat im Sinne des Valli'schen Versuches zubereitet und so montirt, dass ein Pol im Rumpfe steckt und einer am Nerven liegt, und zwar etwa in der Mitte der Oberschenkelstrecke; wenn man den Strom so weit abschwächt, dass nur eine Richtung desselben eine Zuckung auslöst, so kann man mit aller Sicherheit darauf rechnen, dass der am Nerven liegende Pol bei der wirksameren Anordnung Kathode ist.

Leitet man nun aus dem früher geschilderten Terrain auf ein Valli'sches Präparat ab, und hier kann man sich ohne Nachtheil der Platinspitzen bedienen, so überzeugt man sich in gleicher Weise von der dominirenden Stromrichtung, im Sinne meiner früheren Beschreibung, und auch davon dass die Zuckungen um so geringer ausfallen, je mehr die Linie aus welcher abgeleitet wird, von der Hauptbahn (p p_1 Fig. 10) des zugeführten Stromes abweicht.

Das Schema, welches ich früher, pag. 67, entworfen habe, passt also für den Oberschenkel des Frosches gar nicht. Wir müssen vielmehr annehmen, dass die dominirenden Stromzweige so verlaufen, wie wir sie — einen in allen Tiefen gleichartigen Leiter vorausgesetzt — construiren müssten.

Nachdem ich nun über diese Voruntersuchung berichtet habe, schreite ich zur Verwerthung derselben für meinen Hauptbeweis.

Ich ordne mein Präparat wie folgt, an.

Der Unterschenkel *U* ruht auf einer Glasplatte *g*, der Rumpf *R* mit der oberen Nervenstrecke auf einer anderen Platte g_1, die untere Nervenstrecke hingegen ruht auf einem exstirpirten Stücke Oberschenkel wie in ihrem natürlichen Muskelbette *m n*.

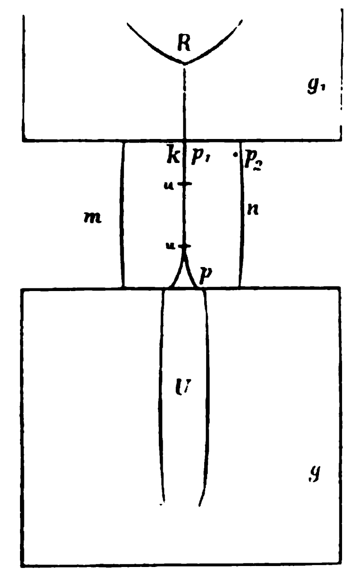


Fig. 11.

Nun senke ich beide Platinspitzen p p_1, Fig. 11, in unmittelbarer Nähe des Nerven in die Musculatur ein, reize und leite gleichzeitig von der Strecke *uu* ab. Die Reizung zeigt jene Anordnung als die ergiebigere, bei welcher p_1 Kathode ist. Die Ableitung auf den Magneten sowohl, wie auf das lebende Rheoskop lehrt, dass der Nerv und das Bett, in welchem er liegt, von einem aufsteigenden Strom dominirt wird. Eigentlich ist die Ableitung des Stromes in diesem Falle gar nicht nöthig. Der gereizte Nerv (im Zusammenhang mit dem Muskel) ist gleichzeitig Rheoskop. Jene Stromrichtung im Nerven, bei welcher an einer unteren Nervenstrecke die bessere Zuckung ausgelöst wird muss (einen normalen Nerven vorausgesetzt) die aufsteigende sein.

Nunmehr varire ich den Versuch. Ich lasse einen Pol in *p*, den anderen Pol aber senke ich in p_2 (Fig. 11) an der äussersten

Grenze des Oberschenkels [1] ein. Wenn ich nun Zuckungen auslösen will, so muss ich den Widerstand im Rheostaten herabsetzen. Sobald aber der Strom zureichend wird, ergibt es sich, dass zunächst der absteigende Strom eine Zuckung auslöst, während der aufsteigende noch unwirksam ist.

Leitet man jetzt, während der Reizung von dem Nerven auf den Magneten oder auf das lebende Rheoskop ab, so sieht man, dass der Nerv, nach wie vor, von einem aufsteigenden Strom durchflossen wird, wenn man p zur Anode macht und von einem absteigenden, wenn p Kathode wird. Trotzdem man also eine untere Nervenstrecke reizt, wird jetzt der Strom früher zureichend, wenn er in dieser Strecke absteigt, als wenn er aufsteigt.

Dieses Experiment ist in noch einfacherer Weise auszuführen, allerdings unter Fehlern, die auf den ersten Anschein schwer ins Gewicht fallen. Ich beschreibe aber das einfachere Experiment, weil ich die Fehler für unerheblich halte, und weil es sich selbst mit Rücksicht auf die Fehler immer noch sehr lehrreich gestaltet.

Ich binde einen entbluteten Frosch mit dem Rücken nach oben, präparire den Oberschenkel soweit frei bis der Nerv sichtbar wird und steche sofort die Platinspitzen in der Weise an, wie ich es in Fig. 11 versinnliche.

Nun ist es zwar richtig, dass in diesem Falle nicht nur die interpolare und durch Ableitung geprüfte Nervenstrecke, sondern auch eine extrapolare Nervenstrecke durchflossen wird. Es ist aber leicht ersichtlich, dass ein Strom, welcher für die intrapolare Strecke eben zureichend wird, für die extrapolare Strecke nicht zureichend sein kann.

Was mir aber mehr gilt, als alle Betrachtung, das ist der Umstand, dass diese Versuche in all ihren Variationen zu allen Jahreszeiten ausnahmslos im Sinne der Alternativversuche ausfallen, wenn ein Metallpol unmittelbar an der Kuppe liegt, mag dann der andere oben oder unten, unmittelbar am Nerven oder seitlich von demselben entfernt in der Musculatur stecken, andererseits aber der Versuch zu allen Jahreszeiten ausnahmslos

[1] Es empfehlen sich hiefür grosse Frösche, da die Grösse des Querabstandes zwischen Nerv und p_2 wenigstens 1—1¼ Ctm. betragen soll.

gegen die Hypothese Nobili's ausfiel, wenn zwischen der Kuppe und ihrem Pol ein seitlicher Abstand von etwa $1^1/_2$ Ctm. gelassen wurde, respective wenn die Kuppe von ihrem Pole durch eine diesem Abstande entsprechende Muskelmasse getrennt war, mochte der andere Pol hoch oben oder tief unten unmittelbar am Nerven liegen.

Wenn wir also sehen, dass durch alle Combinationen hindurch, ausnahmslos jene Anordnung prävalirt, bei welcher die Kathode unmittelbar am Nerven liegt; wenn wir ferner sehen, das unter den verschiedenen Combinationen, welche der letztere Fall gestattet, ausnahmslos jene Anordnung prävalirt, bei welcher die Kathode an der Kuppe liegt, so bleibt uns kaum etwas Anderes übrig, als der Prävalenztheorie zu huldigen.

Dies waren nun die Versuche, von welchen ich im XII. Abschnitte (pag. 63) erwähnt habe, dass sie nicht vorwurfsfrei zu sein schienen.

Da ich jetzt den Beweis für die Abschwächung der Kathodenwirkung auf anderem Wege erbracht habe, will ich diese Versuche nicht weiter zu Zwecken des Beweises discutiren. Ihr Werth scheint mir vornehmlich darin zu liegen, dass sie uns als Übergangsstufe zu einer weiteren Variation des Experimentes Wahrscheinlichkeitsschlüsse gestatten auf gewisse Verhältnisse des lebenden intacten Nerven.

Wenn ich einen lebenden intacten Frosch (mit dem Rücken nach oben) aufbinde und in die Verlaufslinie des Hüftnerven zwei Platinspitzen als Stromgeber so einsenke, dass sie (im Sinne der Alternativversuche) eine untere Nervenstrecke treffen, so überwiegt immer der aufsteigende Strom. Steche ich aber die obere der beiden Platinspitzen so weit als möglich nach aussen (ähnlich wie p_2 in Fig. 11, pag. 71), so muss ich wohl die Stromintensität steigern, um Zuckungen auszulösen, es überwiegt aber nunmehr der absteigende Strom.

Wir sehen hier in dem Falle, da beide Platinspitzen in die Verlaufslinie des Nerven gesenkt wurden, dieselben Resultate, wie in dem früheren Falle, da der Nerv blossgelegt, aber nicht ausgehoben war; dieselben Resultate ferner, wie bei dem pag. 77 Fig. 11 gezeichneten Versuche, wo kein anderes Nervenstück, als das interpolare, Stromzweige bekommen konnte, Stromzweige,

deren Richtung durch Ableitung bestimmt wurde; dieselben Resultate endlich, wie an dem ganz isolirten frischen Nerven. Unter allen Umständen überwiegt in der analogen Anordnung der aufsteigende Strom. Haben wir nunmehr nicht Grund mit Wahrscheinlichkeit zu schliessen, dass auch der ganz intacte Nerv eine empfindlichste Stelle haben müsse, die etwa dort liegt, wo wir sie am herauspräparirten frischen Nerven vermuthen.

Von nicht geringem Interesse scheint mir auch der Umstand zu sein, dass es unter den in diesem Abschnitte geschilderten Versuchsbedingungen — so lange der Nerv in seinem Muskelbette ruht — ausnahmslos gelingt, das sogenannte untere Zuckungsgesetz umzukehren, und ich habe viele, allerdings nicht besonders erfolgreiche Arbeit daran gewendet, um die Sache zu klären.

Eines kann ich indessen mit Bestimmtheit aussagen. Bei dieser Umkehr kommt in erster Reihe gewiss nur jene Nervenstrecke in Betracht, welche man näherungsweise als interpolar bezeichnen kann. Der durch Fig. 11, pag. 77 versinnlichte Fall, welcher uns lehrt, dass die Umkehr bei dieser Anordnung eben so gut und, wie ich hinzufüge, eben so regelmässig gelingt, lässt darüber keinen Zweifel.

Von Belang scheint mir ferner der Umstand, dass der Versuch erst anfängt unverlässlich zu werden, wenn ich an dem Bette, in welchem der als näherungsweise interpolar bezeichnete Abschnitt des Nerven liegt, wesentliche Änderungen vornehme. Er misslang z. B. an herabgekommenen Thieren immer, wenn ich einen Abschnitt dieser Nervenstrecke so zurichtete, dass sie die einzige leitende Brücke zwischen den beiden extremen Stellen der interpolaren Strecke (zwischen p und k, Fig. 11) bildete. Die mögliche Umkehr muss also nothwendig in Eigenthümlichkeiten begründet sein, welche durch das Muskelbett gegeben sind.

Da mir diese Umkehrung zwar häufig, aber doch nicht regelmässig im Laufe des Winters gelungen war, wenn ich das Muskelbett durch einen feuchten Papierbausch ersetzt hatte, so muss ich der Vermuthung Raum geben, dass die Ausnahmen hier durch den Unterschied in der Leitungsfähigkeit zwischen nassem Filtrirpapier und Muskel bedingt seien.

Ich habe ja schon darauf hingewiesen, dass der Unterschied in dem Leitungsvermögen zwischen dem Nerven und dem eingeschalteten Körper hier in Betracht kommt. Nun ist es wohl möglich, dass dieser Unterschied zwischen Muskel und Nerv geringer ist als zwischen dem nassen Papier und dem Nerven; dass bei dem Übergang des Stromes in den Nerven in dem ersteren Falle ein geringerer Übergangswiderstand vorhanden ist, als in dem letzteren Falle.

In diesem Falle müsste nach den früheren Erörterungen von pag. 72 der Muskel geeigneter sein, indifferente Schaltmassen abzugeben, wie der nasse Bausch.

Abgesehen von den Leitungsverhältnissen kommt aber wahrscheinlich ein anderer wichtiger Umstand in Betracht. Wenn ich p und p_2 Fig. 12, zu Stromgebern mache, wird die Kuppe (k) des Nerven nur von einem sehr geringen Stromantheile getroffen; denn neben der Hauptbahn pp_2 gehen, wie es in dem durch Npp_2 repräsentirten Schnitte ersichtlich gemacht ist, zahlreiche Stromzweige, von denen nur wenige die Kuppe k treffen und dieser geringe Stromantheil trifft (für den Fall, als der Strom aufsteigt) auf k überdies mit einer bereits verminderten negativen Spannung. Es ist also begreiflich, dass der absteigende Strom, bei welchem alle Zweigströme mit ihren maximalen negativen Spannungen den Nerven in p direct treffen, mehr leistet, als der aufsteigende.

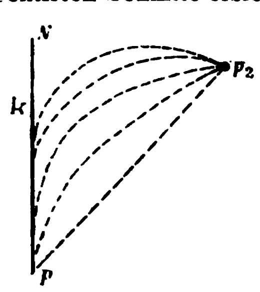


Fig. 12.

XV.

Von den Längenwerthen der interpolaren Strecke.

Ich kehre nunmehr wieder zu den Grundversuchen zurück. Wenn man einen Pol in den Rumpf senkt, und den anderen Pol an dem vom Becken bis zum Knie isolirten Nerven nach abwärts wandern lässt, so erweist sich die obere Hälfte dieser Strecke minder empfindlich, wie die untere.

Dieser Versuch lässt nun zwei Deutungen zu. Entweder die untere Nervenstrecke ist in der That empfindlicher, wie die obere, oder aber die Zunahme der Empfindlichkeit ist nur eine

scheinbare, sie rührt von dem Wachsthume der interpolaren Strecke her.

Diese letztere Deutung wird uns um so näher gelegt, als sich bei der Fixirung eines Poles am Unterschenkels das umgekehrte Verhalten ergibt; denn wenn nun der bewegliche Pol nach oben wandert, so erweist sich wieder die untere Nervenhälfte minder empfindlich als die obere.

In der That hat auch Pfaff, wie schon pag. 25 citirt wurde, den zweiten Theil der Alternative zur Erklärung dieses sonderbaren Verhaltens herangezogen.

Ich habe aber schon pag. 25 darauf hingewiesen, dass die Annahme nicht ausreicht, um die Erscheinungen, welche die Grundversuche bieten, zu erklären.

Schwächt man den Strom so weit ab, dass man (bei oberer Fixirung der Anode) mit der Kathode bis gegen die Mitte des Oberschenkels vorrücken muss, bis eine Zuckung ausgelöst wird, dann merkt man, dass die Zuckungen wieder ausbleiben, wenn die Kathode an der tiefsten Stelle des Nerven liegt, und doch ist jetzt eine grössere Strecke durchflossen, als vorher, so lange die Kathode näher zur Kuppe war.

Es muss also hier noch etwas Anderes, als das Wachsthum der interpolaren Strecke in Betracht kommen. Nun habe ich jetzt bereits zur Genüge dargethan, dass der Oberschenkelnerv in seinem mittleren Antheile empfindlicher ist, als an den beiden Enden.

Der Valli'sche Versuch könnte also auf den absteigenden Strom bezogen, wie folgt, ausgelegt werden:

Wenn man die Anode am Rumpfe, respective an einer extremen oberen Stelle von relativ sehr geringer Empfindlichkeit fixirt, und die Kathode nach abwärts wandern lässt, so ist der Strom anfangs aus zwei Gründen minder wirksam. Erstens, weil die durchflossene Strecke zu kurz ist, so lange die Kathode nicht bis gegen die Mitte des Nerven vordringt. Zweitens, weil die Kathode noch keine genügend empfindliche Strecke getroffen hat, oder mit anderen Worten, weil die maximalen Kathodenspannungen noch nicht gross genug sind im Vergleiche zu der geringen Empfindlichkeit der umspannten Strecke. Ist die Kuppe überschritten, dann liegt zwar die Kathode bereits auf einer minder

empfindlichen Stelle, aber die Kuppe ist bereits durchflossen, sie befindet sich in der Nähe der Kathode, sie wird immer noch von einer erheblich grossen Kathodenspannung getroffen. Die Kuppe gibt also immer noch den Ausschlag, wenngleich ihre Leistung dadurch unterstützt wird, dass eine der Kuppe nahe Stelle jetzt von dem Maximum der Kathodenspannung gereizt wird. Rückt aber die Kathode an die tiefste Stelle, die im Vergleiche mit der ganzen übrigen Strecke die geringste Empfindlichkeit besitzt, dann ist es begreiflich, dass die Leistungen des Stromes wieder etwas abnehmen.

Eine ähnliche Betrachtung lässt sich für den zweiten Grundversuch anstellen, bei welchem die Anode am Unterschenkel fixirt wird und die Kathode nach oben wandert. Die beiden Versuche weichen von einander nur insofern ab, dass die oberste Grenze nämlich die Stelle unmittelbar an dem Austritte aus dem Becken eine grössere Empfindlichkeit besitzt als die tiefste Stelle unmittelbar am Eintritte in die Musculatur. Daher kommt es auch, dass, wenn die beiden extremen Stellen bewaffnet werden, in der Regel der aufsteigende Strom überwiegt.[1]

Trotzdem aber diese Deutung eine befriedigende zu sein scheint, so ist die Angelegenheit damit dennoch nicht erschöpft.

Zunächst muss die Behauptung, dass die Leistungen des Stromes *c. p.* mit der Zunahme der interpolaren Strecke wachsen, strenge erwiesen werden.

Dieser Beweis konnte nicht hergestellt werden, insolange man mit der verschiedenen Empfindlichkeit verschiedener Nervenstrecken nicht vertraut war. Er ist aber jetzt mit aller Schärfe zu

---

[1] In der geringeren Empfindlichkeit der obersten und untersten Stelle ist es auch begründet, dass der (beim Grundversuche) im Rumpfe oder im Unterschenkel steckende Pol fast so wirkt, als wenn er an je einer solchen Stelle läge. Fast, sage ich, weil ja das Stück Rumpf oder Unterschenkel, welches zwischen Metallpol und Nerv liegt, als Leiter zweiter Ordnung von relativ geringer Länge eingeschaltet ist. Auf jene Nerven oder Nervenabschnitte, welche im Rumpfe selbst liegen, kann die Kathode beim Grundversuche nicht wirken, weil hier die Stromdichte zu gering ist, insolange der Strom eben nur hinreicht, um in dem relativ sehr dünnen Nerven eben zureichend zu werden. Hiermit finden die Hindeutungen von pag. 10 und pag. 37 ihre Erledigung.

führen. Wenn man den positiven Pol an der untersten Grenze des Ischia-dicus fixirt, den anderen Pol allmälig nach oben wandern lässt, so kann die Zunahme der Leistung, wie ich schon bemerkt habe, wohl wegen des Wachsthumes der interpolaren Strecke erfolgen; die Zunahme kann aber auch durch das Heranrücken des Pols an die Kuppe bedingt sein.

Wenn ich hingegen den negativen Pol an der Kuppe fixire, den positiven Pol erst in einer Entfernung von etwa 1 Mm. anlege und allmälig nach abwärts wandern lasse, so zeigt sich gleichfalls eine ganz auffällige Zunahme der Leistung. Bei einer Entfernung von 3 bis 4 Mm. leistet der Strom auffallend weniger, wie bei einer Entfernung von 10 Mm.

Hier wird der positive Pol verschoben, der an und für sich den frischen Nerven nicht erregt. Und wenn er es thäte, so rückt er doch von einer empfindlicheren auf eine minder empfindliche Stelle fort. Hier kann also wohl nichts Anderes in Betracht gezogen werden, als das Vergrössern der Spannweite der Pole.

Ob aber die Bedeutung dieser Vergrösserung darin gesucht werden darf, dass die Länge der durchflossenen, respective gereizten Nervenstrecke wächst, das geht aus diesem Versuche nicht hervor; denn er lässt noch andere Deutungen zu. Die Kathode und Anode könnten z. B. einander hemmen, und dies um so mehr, je näher sie aneinander rücken. So lange nun diese und andere Möglichkeiten nicht ausgeschlossen sind, ist das Versuchsresultat vieldeutig, und wir können keine der genannten Hypothesen als die allein giltige ansehen.

Nun kann ich wohl ein Experiment anführen, welches der Hypothese von der Interferenz zwischen Kathode und Anode nicht günstig ist.

Ich lege bei einer Anordnung, wie sie in Abschnitt XII geschildert wurde, die Kuppe an das Ende eines nassen Fadens, den anderen metallischen Pol aber lasse ich an einer unteren Nervenstrecke wandern. Nun zeigt es sich, dass die Ströme — mögen sie im Nerven auf- oder absteigen — die geringste Wirksamkeit entfalten, wenn der Metallpol dem Faden, respective der Kuppe bis auf eine Distanz von etwa 2 Mm. nahe rückt. In diesem Falle ist die durchflossene Nervenstrecke relativ zu dem Abstande

der Metallpole sehr gering; dennoch aber ist der Unterschied der Leistung, welcher sich bei Durchflussstrecken einerseits von 2 bis 4, und andererseits von 6 bis 10 Mm. geltend macht, sehr auffällig. Bei 6 bis 10 Mm. kann ein absteigender Strom schon eine ausgiebige Zuckung sämmtlicher Muskeln des Unterschenkels auslösen, der bei 2 Mm. noch unzureichend war.

Es ist demgemäss wahrscheinlicher, dass es der Wechsel in der Länge der gereizten Strecke ist, welche die verschiedene Wirkung bedingt.

Meine Behauptung, dass die Wirkung nur von der Kathode ausgehe, ist mit dieser Annahme an und für sich vereinbar. Es ist möglich und den sonstigen Erfahrungen zufolge auch wahrscheinlich, dass die Kathodenspannung auch bei eben zureichendem Strome nicht ausschliesslich an dem Querschnitte zureicht, an welchem deren Spannung ihr Maximum hat; sondern dass immer auch eine — wenn auch kleine Strecke des Gefälles — mitwirkt.

Bei alldem halte ich die Möglichkeit, dass die Anode auf die Kathodenleistung hemmend wirkt, nicht für ausgeschlossen. Es ist nämlich zu auffällig, dass die Leistung der Kathode gerade dann am meisten geschwächt wird, wenn ihr die Anode so nahe rückt, dass die Kathodenspannungen nur mehr in einer Strecke von 2 bis 3 Mm. wirken können; dass ferner die Leistung plötzlich ansteigt, wenn die Spannweite auf 6 bis 8 Mm. wächst.

Der folgende Versuch mag dies etwas näher illustriren.

Fig. 13.

N
k p
p_1
p_2
p_3

Fall 1. Wenn in dem Nerven N, K die Kuppe, $k\ p$ der nasse Faden, p Anode ist, so wirkt der Strom am besten, wenn die Kathode in p_2, am schlechtesten, wenn die Kathode zwischen p_1 und k liegt. In der Lage p_3 ist die Kathode besser wirksam als in p_1 und weniger wirksam als in p_2.

Fall 2. Anders liegt das Verhältniss, wenn p Kathode ist und die Anode wandert. Der Strom steigt jetzt auf und ist aus Gründen, die ich schon in Abschnitt XII entwickelt habe, weniger wirksam als der absteigende.[1] Ich muss also, um

[1] Das Experiment an der unteren Strecke eines kräftigen Frühjahrsexemplares angestellt.

jetzt noch experimentiren zu können, den Strom stärken. Nunmehr zeigt sich die Polstellung von k bis zu p_1 nach wie vor am wenigsten wirksam. Wenn ich von p_1 gegen p_2 vorrücke, wird der Strom wirksamer. Bei der weiteren Vorrückung von p_2 zu p_3 ergibt sich aber keine Verringerung wie in Fall 1, wo die Kathode wanderte, eher eine Verstärkung.

Diese wechselnden Erscheinungen lassen sich nicht einzig allein durch die Annahme erklären, dass der Strom desto besser wirke, je länger die gereizte Strecke ist. Es wäre sonst nicht einzusehen, warum die Wirkung wieder abgeschwächt werden sollte, wenn die Kathode (Fall 1) aus p_2 in p_3 herabrückt.[1] Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer Reihe von Bedingungen zu thun haben. Es kann einerseits für die Strecke $-K\,p_1$ das Wachsthum der gereizten Strecke in Betracht kommen; es kann ferner (bei Fall 1) die ungleiche Empfindlichkeit der Stelle p_2 und p_3 auf die Erscheinungen Einfluss nehmen; und es kann bei demselben Falle endlich auch eine Interferenz von Kathode und Anode die Resultate beeinflussen. Für Fall 2 hat die verschiedene Empfindlichkeit verschiedener Strecken offenbar keine Bedeutung. Es ist daher auch ziemlich gleichgiltig, ob die Anode in p_3 oder p_2 liegt. Von Belang scheint nur die Entfernung der Anode von der Kathode über eine Strecke von einigen Millimetern hinaus. Es kann sich also hier nur um die Länge der gereizten Strecke oder um die Interferenz oder um beides zugleich handeln.

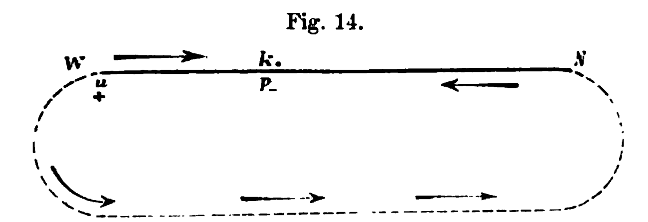
XVI.
Über die Interferenz von Zweigströmen unter einander.

Wenn man, wie ich es auf pag. 28 beschrieben, den Nerven durch ein Häkchen aus dem Muskelbette hebt, ohne ihn durchzuschneiden und ihn oben oder unten bipolar metallisch bewaffnet, so erhält man dieselben Ergebnisse, wie an einem Nerven der zwischen Rumpf und Schenkel die einzige leitende Brücke bildet. Wohl aber findet man bei der erstgenannten Methode die Ströme

[1] Dieser Fall unterscheidet sich vom Grundversuche dadurch, dass jetzt die Kuppe an der Anode liegt.

erst bei grösserer Intensität zureichend als bei der letzteren. Das ist eine auffällige Erscheinung.

Fig. 14.



Denken wir uns in *NW* den Nerven, in *u* die unterste, in *N* die oberste Grenze desselben, in *k* die Kuppe, in *u p* die beiden Metallpole und in dem punktirten Bogen sämmtliche Gewebe des Oberschenkels repräsentirt, welche *u* und *p* leitend verbinden. Wenn der Strom in der unteren Strecke von *u* nach *p* aufsteigt, so muss der Nebenzweig der von *u* durch den Oberschenkel zu *p* gelangt, in der oberen Nervenstrecke absteigen, und zwar müssen alle Stromzweige, welche durch den Oberschenkel circuliren, auf diesem Wege in den Nerven zurückkehren. Da nun die untere Nervenstrecke thatsächlich von dem aufsteigenden Strome, die obere aber von dem absteigenden besser erregt wird, so wird jede Nervenstrecke von einem Stromantheile getroffen, der ihr günstig ist. Da also von dem Strome nichts oder doch kein nennenswerther Antheil verloren geht, so ist es auffällig, dass die Leistung desselben dennoch wesentlich geringer ist, als wenn die Abzweigung durch den Oberschenkel nicht möglich wäre. Dieser Fall fordert nun zu der Vermuthung auf, dass hier die Leistung des Hauptstromzweiges in *u p* von dem gegensinnigen Strome, der die Kuppe trifft, gehemmt wird.

Viel prägnanter gestaltet sich das Verhältniss in den folgenden Experimenten.

Wenn ich ferner den wie früher zubereiteten Nerven zu den Grundversuchen benütze, so ergibt sich eine wesentliche Abweichung von den sub I und II (pag. 19 und 23) geschilderten Befunden. Wenn bei dieser neuen Anordnung die Anode im Rumpfe fixirt ist und die Kathode nach abwärts wandert, so wird der Strom, wenn er bei der Kathodenlage an einer oberen Nervenstrecke unzureichend, und in der Gegend der Kuppe zureichend ist, wieder unzureichend, wenn die Kathode die Kuppe um einige Millimeter

überschritten hat. Es erweist sich hier also nur eine mittlere Strecke von etwa 1 Ctm. für eine gewisse Stromstärke empfindlich. Ganz analog gestalten sich die Verhältnisse, wenn man die Anode am Unterschenkel fixirt und die Kathode nach oben wandern lässt.

Beiläufig will ich hier bemerken, dass ich durch diese beiden Experimente zum ersten Male auf die Existenz einer mittleren empfindlicheren Strecke aufmerksam gemacht wurde, indem sie wie ich eben geschildert habe, in prägnanter Weise hervortritt.

Vergleicht man ferner diese Experimente mit den Grundversuchen nach der in I und II beschriebenen Form, so begegnet man auch hier wieder den Unterschieden in der Intensität der zureichenden Ströme. Man braucht, wenn die Anode im Schenkel fixirt ist, und die Kathode an der Kuppe liegt, stärkere Ströme zur Auslösung einer Zuckung, wenn der secundäre Leitungsbogen (wie in Fig. 14) erhalten, als wenn dies nicht der Fall ist. In dieser Beziehung ist also der Fall dem in diesem Abschnitte früher erwähnten analog. Wir brauchen uns nur zu denken, dass die Anode statt in *u* (Fig. 14), tiefer unten im Unterschenkel ruht, um die volle Analogie herzustellen.

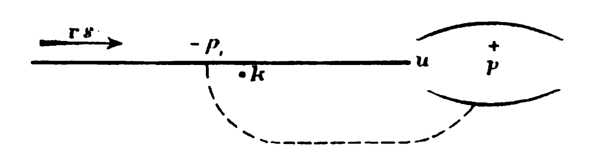
Dass die genannten Unterschiede nicht etwa in Veränderungen begründet sind, welche der Nerv unter der weiteren Präparation erleidet; lässt sich leicht demonstriren.

Richtet man den Grundversuch im Sinne Valli's oder Pfaff's her, lässt man Rumpf und Unterschenkel auf einer Unterlage ruhen, und stellt den leitenden Bogen durch Befeuchtung der Fläche, auf welcher das Präparat ruht, her, so ändert sich das Versuchsergebniss sofort; es erscheint nicht mehr je eine ganze obere oder untere Strecke empfindlicher, sondern immer nur eine mittlere Strecke.

Die scheinbare Verringerung der Empfindlichkeit kann also nur in dem Zweigstrome begründet sein, der durch den secundären Bogen (Fig. 14) in den Nerven eindringt, und mit dem Hauptstrom im Nerven interferirt.

Diese Interferenz scheint ferner die interpolare Strecke, respective jenen Abschnitt des Nerven zu betreffen, welchen wir als die Hauptstrombahn ansehen.

Fig. 15.



Wenn k (Fig 15) die Kuppe des Nerven u den Unterschenkel, p die Anode und p_1 die Kathode repräsentirt, so scheint, sage ich, dass der Rückstrom $r\ s$ seinen hemmenden Einfluss auf die Nervenstrecke von k zu u ausübt; denn der in der oberen Strecke $r\ s$ bis p_1 absteigende Rückstrom, sollte man vermuthen, könne diese Strecke nur erregen und die Leistung des Nerven unterstützen. Wenn dennoch eine offenkundige Hemmung eintritt, so ist sie in der Strecke $-p_1$ bis u zu suchen. Ich will mich vorläufig in keine weitere Erörterung dieser Interferenz einlassen, da ich doch nur auf die Speculation angewiesen bin. Ich begnüge mich also mit der Feststellung der Thatsache, dass eine Interferenz nachweisbar ist, und überlasse es der weiteren Forschung über diese Angelegenheit genauere Auskunft zu bringen.

XVII.

Die Öffnungszuckung.

Chauveau hat eine Methode angegeben[1], um die Öffnungszuckung regelmässig hervorbringen zu können. Er unterbricht den Strom nicht, sondern befreit den Nerven von dem Kettenstrome durch eine metallische Schliessung desselben. In der That kann man durch diesen Behelf eine Zuckung hervorrufen unter Umständen, unter welchen eine einfache Öffnung der Kette noch keine Zuckung auslöst.

Chauveau brachte nun diese Erscheinung mit seiner Hypothese in Verbindung, dass sich an das Öffnen und Schliessen

[1] Journal d. l. phys. III, 1859, p. 70.

einer jeden Kette ein kurzdauernder Initial- un.. Terminalstrom knüpfe. Diese Initial- und Terminalströme sind es, sagte er, welche die Schliessungs- und Öffnungszuckung hervorrufen. Der terminale Strom, sagte er ferner, sei dem initialen entgegengesetzt gerichtet, daher wirke er zunächst an jenem Pol, welcher bei der Schliessung Anode war. Dieser terminale Strom nun komme besser zum Ausdrucke in einem geschlossenen Kreise, und daher sei es vortheilhafter die Nebenschliessung anzubringen, als die Kette ganz zu öffnen. Zweitens aber, fügte er hinzu, geselle sich zu diesem inversen Terminalstrom der Polarisationsstrom, der ja dem Hauptstrome gleichfalls entgegengesetzt ist.

Ich habe hier die Ausführungen Chauveau's in Kürze wiedergegeben, und füge hinzu, dass ich die Thatsache, die Chauveau mittheilt, bestätigen kann. Ich glaube aber auch zeigen zu können, dass bei seiner Ausschaltungszuckung nur das zweite Motiv, nämlich der Polarisationsstrom in Betracht kommt. Die Chauveau'sche Öffnungs- oder Ausschaltungszuckung tritt eben nur dann ein, wenn man die Metallpole an den Nerven legt, nicht aber, wenn man sich unpolarisirbarer Elektroden bedient.

Es kommen hier indessen noch andere Umstände in Betracht, welche wohl gesondert werden müssen. Wenn man am ganz frischen Nerven mit Strömen arbeitet, die untermaximale Zuckungen auslösen, so bekommt man die gewöhnliche Öffnungszuckung nicht.[1]

Arbeitet man nun mit unpolarisirbaren Elektroden, so kann man weder durch Öffnung der Kette noch durch Nebenschliessung Zuckungen hervorrufen. Wohl aber wirkt die letztere fast regelmässig, wenn man den Nerven mit Metallspitzen bewaffnet. Ich sage fast regelmässig, da ich erfahren habe, dass an rasch und tadellos angefertigten Präparaten von lebhaften Frühjahrsexemplaren, in den ersten schwachen Reizungen, selbst bei polarisirbaren Elektroden die Chauveau'sche Öffnungszuckung ausbleibt. Diese Zuckung

---

[1] Die Behauptung, dass Frösche im möglichst frischen Zustande keine Öffnungszuckung geben, ist schon 1858, l. s. l. ph. d. système nerveux, I, p. 168, von Cl. Bernard vertreten worden. Für schwache Ströme haben dies Bezold und Rosenthal, (Müller's Arch. 1859, pag. 131) ausgesprochen.

macht sich aber (bei Anwendung von Metallpolen) sehr bald geltend, und jedenfalls lange bevor die Öffnungszuckung im Sinne der Autoren auftritt. Wenn man den Nerven oft hinter einander gereizt hat, so tritt endlich auch die letztgenannte Öffnungszuckung ein. Diese Zuckung nun erscheint auch bei Anwendung der unpolarisirbaren Elektroden, und zwar eben sowohl beim Öffnen der Kette, als beim Ausschalten des Nerven durch eine metallische Schliessung. Es ist daher nicht gerechtfertiget zu sagen, dass die Ausschaltungszuckung bei unpolarisirbaren Elektroden nicht auftritt; sie tritt wohl auf, aber erst zu einer Zeit, da auch schon Öffnungszuckungen ausgelöst werden.

Aus all' dem geht hervor, dass die Chauveau'sche Ausschaltungszuckung mit der Öffnungszuckung doch nicht identisch ist; dass uns jene daher über diese keinen Aufschluss bringt.

Nach den Erfahrungen, welche bereits Cl. Bernard, dann Bezold und Rosenthal über die Öffnungszuckung gemacht haben, und die ich bestätigen muss, ist es kaum mehr zweifelhaft, dass es sich hierbei um Zustände handelt, die jenseits der Norm liegen. Ganz frische und tadellos angefertigte Präparate lebhafter Exemplare geben bei dem ersten Reize selbst neben maximalen Schliessungszuckungen keine Öffnungszuckung. Hat man aber einmal den Nerven durch starke Ströme oder durch sonstige Misshandlung verändert, dann treten die Öffnungszuckungen nicht selten schon bei geringeren Stromintensitäten auf, als die Schliessungszuckungen. Indessen darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass der Nerv sich wieder erholen kann. Ein empfindliches Präparat kann die Fähigkeit, auf schwache Ströme Öffnungszuckungen zu geben, wieder verlieren, wenn man den Nerven eine Weile, zwischen Muskeln geborgen, ruhen lässt.

Die Vermuthung, dass das Auftreten von Öffnungszuckungen schon ein Zeichen von Krankheit des Nerven sei, wird noch wesentlich unterstützt durch den früher, (pag. 50), gelieferten Nachweis, dass der Nerv in Folge starker Ströme seine Empfindlichkeit dem Kathodengefälle gegenüber einbüssen und gegen das Anodengefälle empfindlich werden kann, und durch den Nachweis ferner, dass auch diese Änderungen durch Erholung des Nerven wieder rückgängig werden können.

Wenn wir nun bedenken, dass an krankhaft veränderten Nerven auch die empfindlichen Strecken ihre Lagen ändern, so wird es begreiflich, dass wir die Regeln für die Öffnungszuckung nicht ohne Weiteres denjenigen für die Schliessungszuckung an die Seite setzen können. Bei der letzteren haben wir es mit der Norm zu thun, mit Verhältnissen, die sich an jedem lebhaften Exemplare mit grosser Wahrscheinlichkeit erwarten lassen. Die Öffnungszuckungen hingegen entsprechen aber gar nicht dem normalen Nerven, und wir sind noch nicht zur Genüge mit dem Verlaufe jener Änderungen bekannt, in deren Gefolge diese Zuckungen auftreten. Überdies ist es nicht ausgemacht, dass die Öffnungszuckung gleich der Schliessungszuckung der Erfolg eines Reizes ist. Es könnten zu der ersteren zweierlei Umstände beitragen.

Zunächst kann ich zeigen, dass es nicht ein in der Kette selbst auftretender Rückstrom sei, welcher allein die Öffnungszuckung auslöst.

Ich schliesse einen Strom durch einen nassen Faden, etwa wie in Fig. 3 (pag. 48), indem ich einen Stromgeber nach Art eines Fidelbogens construire und die Zuleitungsdrähte so biege, dass ich eine Fadenstrecke von etwa 1 Ctm. dem Nerven parallel und unmittelbar anlegen kann. Mit der Anlegung erfolgt eine Zuckung, wenn der Strom die hierzu nöthige Intensität hat. Ist der Nerv bereits so verändert, dass er Öffnungszuckungen gibt, so zuckt der Muskel, wenn ich den Faden wieder von dem Nerven abhebe. Die Kette ist hierbei nicht geöffnet worden; es kann also kein Terminalstrom in der Kette, sondern es müssen Vorgänge in dem Nerven selbst sein, welche die Zuckung auslösen.

Ich kann aber andererseits zeigen, dass es vielleicht doch auch ein Endstrom in der Kette selbst ist, welcher die Zuckungen complicirt. Ich will aber auf diese Versuche hier nicht näher eingehen, da es mir nur darauf ankommt, die Existenz von Complicationen anzudeuten.

Trotz all' dieser Complicationen scheint es indessen, dass die Öffnungszuckung in der Mehrzahl der Fälle nach einer gewissen Regel auftritt. Die Anordnungen, welche für die Schliessungszuckungen die minder günstigen sind, erweisen

sich in der Regel als die günstigeren für die Öffnungszuckung.

Angesichts dieser Erfahrung wäre es gewiss verlockend mit Chauveau anzunehmen, dass die Öffnungszuckung im Sinne der älteren Erfahrungen durch einen (inversen) Endstrom zu Stande komme. Denn wenn der Strom aus der minder günstigen Richtung umgedreht wird, muss er die günstigere Wirkung ausüben. Ich habe aber trotz mannigfacher Bemühungen einen Beweis für diese Vermuthung nicht zu erbringen vermocht.

Über die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes in verschiedenen Lebensaltern.

Von Dr. **Ludwig Langer.**
Assistent an der I. medicinischen Klinik in Wien.

(Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. E. Ludwig in Wien.)

Über die Histogenese der Fettzelle sind die Meinungen bekanntlich noch getheilt. Während die einen die Fettzellen blos für modificirtes Bindegewebe halten, erklären sie Andere für eigenartige, vom Bindegewebe histologisch und histogenetisch vollständig verschiedene Zellen. Entschieden aber ist es, dass das in der Fettzelle enthaltene Fett ein Product der Fettzelle ist; wenigstens gilt dies vom Fett des Paniculus adiposus.

Bis vor nicht langer Zeit glaubte man, dass das im Unterhautbindegewebe und an anderen Körperstellen angehäufte Fett einfach eine Ablagerung des mit der Nahrung dem Organismus zugeführten und in den Kreislauf gelangten Fettes sei.

Man nahm an, das Fett trete in feinen Tröpfchen in die Fettzellen ein, die Fettzelle werde also mechanisch durch Infiltration gefüllt.

Fleming[1], Toldt[2], Löwe[3] und Andere haben jedoch dargethan, dass dem nicht so sei, sondern, dass erst in der Fettzelle der chemische Process der Fettbildung vor sich gehe.[4]

[1] Beitrag zur Anat. u. Physiolog. des Bindegewebes. Arch. f. mikroskop. Anat. 1876.

[2] Beiträge zur Histolog. u. Physiolog. d. Fettgewebes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1870. II. Abth.

[3] Histolog. u. Histogenese des Fettgewebes. Arch. f. mikroskop. Anat. 1878.

[4] Wie erwähnt, ist dieser Vorgang nur bezüglich des Fettgewebes im Paniculus adiposus festgestellt. Im Fettgewebe des Mesenteriums und Knochenmarkes dürfte es sich um einen Infiltrationsprocess handeln, oder ist ein solcher wenigstens nicht ausgeschlossen.

Man könnte demnach den Paniculus adiposus als selbstständiges, an der Körperoberfläche ausgebreitetes Organ ansehen, welches Fett producirt, gleichwie z. B. die Leber Galle. Von der jeweiligen Ernährung, dem Gesundheitszustande und der individuellen Anlage u. s. w. hängt es natürlich ab, ob viel oder wenig Fett hervorgebracht wird.

Aber nicht blos die Erzeugung des Fettes muss als Lebensäusserung der Fettzelle aufgefasst werden, sondern ebenso der Wiederverbrauch desselben unter dazuführenden Verhältnissen. Es lässt sich annehmen, dass das Fett durch den Oxydationsprocess der Fettzelle selbst wieder verbrannt und die Producte der Verbrennung dem allgemeinen Säftestrome zugeführt werden.

Dem Fettgewebe, respective jeder einzelnen Fettzelle, ist demnach eine physiologische Rolle zugewiesen, welche in innigster Beziehung zum Gesammtstoffwechsel des Organismus steht und an seinem normalen Ablauf einen wesentlichen Antheil nimmt.

Wir sehen denn auch, dass die stärkere oder schwächere Entwicklung des Fettgewebes innerhalb gewisser Grenzen, wenn nicht immer, so doch zumeist den annähernden Massstab für den Gesundheitszustand eines Menschen gibt.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, gewinnt nicht nur das Fettgewebe als solches, sondern auch das von ihm gleichsam s e c e r n i r t e Fett erhöhtes Interesse.

Bekannt ist, dass sich die Fettzellen bei verschiedenen Thierspecies nicht sehr oder eigentlich beinahe gar nicht in ihrer Structur, wohl aber nach der Qualität des von ihnen producirten Fettes unterscheiden. Das Fett verschiedener Thiere ist fester, weicher, talg- oder ölartig, von manchen auch verschieden gefärbt. Sehr festes talgartiges Fett haben die Wiederkäuer und Nager, ölartiges die Cetaceen.

Wenig Einfluss auf die jeweilige Beschaffenheit des Fettes bei bestimmten Thierclassen oder beim Menschen scheint die Ernährungsweise zu haben; insolange wenigstens, als die Ernährung nicht eine derartige ist, dass durch sie ein Fettansatz überhaupt ausgeschlossen ist. Ebenso wenig macht sich der Mästungs-

zustand der Thiere auf die Zusammensetzung der Fette geltend.[1] Grösser dürfte der Einfluss der Altersstufe sein.

Der Vergleich des Fettgewebes eines neugeborenen Kindes und eines erwachsenen Menschen lässt ganz beträchtliche physikalische Unterschiede zwischen beiden wahrnehmen.

Das Fettgewebe in der Leiche eines Erwachsenen ist hellgelb bis bräunlich und sehr weich. An Schnittflächen durch den Paniculus adiposus kommen kleine Öltröpfchen zum Vorschein. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in jeder Fettzelle einen oder mehrere klare Fetttropfen und nur in ganz vereinzelten Zellen finden sich Nadeln von Fettkrystallen; anders beim Paniculus adiposus des Neugebornen.

Der Paniculus des Letzteren weist an der Leiche eine bedeutend derbere und härtere Consistenz auf. Er ist grauweiss und zerfällt leicht in Krümmeln ähnlich wie im Wasser gekochtes Wachs; von dem Heraustreten von Fetttröpfchen ist keine Spur. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man beinahe in jeder Fettzelle zahlreiche Krystalle.

Da die Fettzellen und das Bindegewebe in ihrer Structur sich bei Beiden nicht wesentlich unterscheiden, so kann es nur die verschiedene Qualität des Fettes sein, welche dem Paniculus adiposus des Neugeborenen und des Erwachsenen einen so verschiedenen Charakter verleiht. Untersuchungen, welche ich über das Fett des Kindes und des Erwachsenen anstellte, ergaben in der That ganz wesentliche Differenzen bezüglich der quantitativen chemischen Zusammensetzung der Fette.

Bevor ich daran gehe, die Resultate der chemischen Fettuntersuchung zu besprechen, möchte ich einige Worte über die Vertheilung des Fettgewebes im Allgemeinen vorausschicken, da sich auch nach dieser Richtung einige Unterschiede zwischen den Verhältnissen im neugeborenen Kinde und im Erwachsenen ergeben.

[1] Über die Elementarzusammensetzung der Thierfette etc. von E. Schulze und A. Reinecke. Annal. d. Chem. u. Pharm. B. 142, p. 201.

Bekanntlich beginnt am Fötus erst in der zweiten Hälfte des Fötallebens die Entwicklung des Fettgewebes, während in den ersten Monaten besonders der Ansatz von Eiweissstoffen stattfindet. Die ersten Spuren des Fettes zeigen sich im Unterhautbindegewebe an der Planta pedis, der Vola manus und an den Schultern. Bis zum Ende des Fötallebens und selbst bis in die erste Zeit nach der Geburt beschränkt sich der Fettansatz auf den Paniculus adiposus, während die inneren Organe beinahe vollständig fettlos bleiben. Die Nierenkapsel weist beim bestgenährten Neugebornen nur minimale Mengen von Fett auf. Das Knochenmark, das Bindegewebe zwischen den Muskeln und das Netz sind frei von Fett, während bei einem erwachsenen Menschen von verhältnissmässig gleich gutem Ernährungszustande gerade die beiden letztgenannten Punkte Orte des reichlichsten Fettansatzes abgeben.

Es concentrirt sich also beim Neugeborenen beinahe alles Fett auf die Tela subcutanea. Bringt man die mittlere Dicke des Paniculus adiposus beim Neugeborenen und die eines sehr fettleibigen Erwachsenen in Vergleich mit dem beiderseitigen Körpergewichte oder auch mit der Gesammtoberfläche des Körpers, so ergibt sich, dass der Paniculus des Kindes relativ mindestens fünfmal so dick ist, als der des fettleibigsten Erwachsenen.

Begreiflich wird diese Erscheinung, wenn man bedenkt, dass ja die kleine Körpermasse des Kindes eines ausgiebigen Schutzes vor Abkühlung bedarf, welchen Schutz ihm eben der Fettpolster als schlechter Wärmeleiter theilweise gewährt. Überdies werden die zarten kindlichen Organe durch den stark entwickelten Paniculus adiposus auch einigermassen vor mechanischen Einwirkungen geschützt.

Weiters zeigt sich, dass die Dicke der Fettschichte des neugeborenen Kindes an der Körperoberfläche eine gleichmässigere ist, als beim Erwachsenen. Der Paniculus adiposus verdünnt sich beim Erwachsenen z. B. um die Gelenke der Extremitäten, so dass die Haut auch bei grösster allgemeiner Fettleibigkeit an diesen Stellen nur eine sehr geringe Fettunterlage besitzt. Der Paniculus des Neugebornen dagegen behält auch über den Gelenken eine verhältnissmässig ganz beträchtliche Dicke bei.

Daher kommt es, dass sich die Gelenke des Kindes nicht so deutlich wie beim fettleibigen Erwachsenen durch Einsenkungen markiren.

Hervorgehoben zu werden verdient hier auch die Thatsache, dass eine verschiedene Ernährungsweise beinahe ganz ohne Einfluss auf den Ort des Fettansatzes im Körper ist; es geht dies aus den Mästungsversuchen an Thieren von J. Forster[1] hervor.

Nach Dönhof[2] soll die Jahreszeit auf die Entwicklung und Stärke der Haut und des Paniculus adiposus bei Thierembryonen Einfluss haben. Dönhof fand, dass das Integumentum commune der im Winter geborenen Thiere bedeutend dicker und speciell die Cutis fester und elastischer sei, als bei im Sommer geborenen Thieren. Diesbezügliche Beobachtungen am Menschen stehen noch aus.

Nach Chevreul[3] war es namentlich Heintz[4], welcher eingehende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes anstellte.

Heintz gibt nach wiederholten Analysen[5] an, die hauptsächlichsten Bestandtheile des menschlichen Fettes seien:

Trioleïn	77·38% C;	11·76% H;	10·86% O.
Tristearin	76·85 „ „;	12·36 „ „;	10·79 „ „
Tripalmitin	75·93 „ „;	12·16 „ „;	11·91 „ „

gemengt mit geringen Quantitäten des Glycerides einer nicht näher gekannten kohlenstoffärmeren Säure.

1 Zeitschr. f. Biologie. B. XII. 1876: Über den Ort des Fettansatzes im Thiere bei verschiedenen Fütterungsweisen.

2 Arch. f. Physiolog. v. Reichert und Du-Bois. 1875: Beiträge zur Physiolog. (Centralblatt f. med. Wissensch.).

3 Recherches sur les corps gras d'origine animal.

4 Annal. d. Chem. u. Pharm. Poggendorf. B. 84 u. 87.

5 Bei seinen ersten Fettuntersuchungen glaubte Heintz statt dem Palmitin und Stearin vier Fettarten annehmen zu müssen, er nannte dieselben: Stearophanin, Anthropin, Margerin und Palmitin. Später stellte sich jedoch heraus, dass diese vier Fettarten nur Mischungen von Stearin und Palmitin seien.

Lerch [1] fand überdies eine geringe Menge von flüchtigen fetten Säuren, und zwar besonders Caprylsäure; letztere Angabe stimmt, wie sich zeigen wird, mit meinen Befunden nicht überein.

Die allerdings wenig zahlreichen einschlägigen Untersuchungen, welche später von Anderen unternommen wurden, bestätigen im Allgemeinen die Angaben von Heintz.

Auch die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen in Hinsicht auf die qualitative Zusammensetzung des Menschenfettes im Wesentlichen mit denen von Heintz überein.

Heintz führt jedoch ebensowenig, wie die späteren Untersucher auch nur annähernd das Mengenverhältniss an, in welchem sich die einzelnen Fettarten im Menschenfette finden. Heintz berührt bei seinen Arbeiten diesen Punkt nur insoweit, als er angibt, dass das Stearin in etwas grösserer Menge im Menschenfette vorkomme, als das Palmitin.

Ebenso fehlen bisher Angaben über die verschiedene Zusammensetzung des Fettes beim neugeborenen Kinde und beim erwachsenen Menschen.

Ich habe mich nun vor Allem bemüht, das Mengenverhältniss der verschiedenen Fette, respective Fettsäuren, im Menschenfette zu bestimmen; indem gerade in diesem Verhältnisse, wie sich zeigen wird, der Hauptunterschied zwischen dem Fette des Neugeborenen und Erwachsenen liegt.

Die gefundenen Zahlenwerthe können bei chemisch so schwer zu trennenden Körpern, wie die Fettsäuren, wohl nur als approximative betrachtet werden. Indessen sind sie immerhin ausreichend, da die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung des Fettes vom neugeborenen Kinde und vom Erwachsenen sehr bedeutende sind. Kleine Differenzen wären hier auch ohne Belang, weil die Zusammensetzung des Fettes gleichalteriger Individuen gewiss, wenn auch geringe Schwankungen aufzuweisen hat.

Die Untersuchungen wurden in folgender Weise vorgenommen:

---

[1] Annal. d. Chem. u. Pharm. B. 59, pag. 57.

Der abpräparirte, in kleine Stücke zerschnittene Paniculus adiposus von neugeborenen Kindern und von fettleibigen Erwachsenen wurde im möglichst frischen Zustande über einem Wasserbade zuerst erwärmt, getrocknet und dann daraus im Extractionsapparate mit Äther das Fett vollständig extrahirt. Der Äther wurde durch Destillation entfernt.

Eine Bestimmung des Wassergehaltes im Fettgewebe habe ich unterlassen, da es nicht möglich war, Fett von menschlichen Leichen gleich nach dem Tode zu erhalten. Immer war eine, und zwar meist sehr verschieden lange Zeit nach dem Tode verstrichen, so dass der Wassergehalt durch Abdunsten, Inbibition und dergleichen schon bevor die Untersuchung hätte vorgenommen werden können, gewisse Modificationen erlitten hatte. Schulze und Reinecke[1] haben derartige Bestimmungen vom Fettgewebe einiger Thiere und auch des Menschen gemacht, sie geben jedoch nicht an, ob das Fettgewebe eines Erwachsenen oder Kindes von ihnen untersucht wurde.

Das durch die Extraction von beiden Paniculis gewonnene Fett bietet ein differentes Aussehen dar.

Das Fett des Kindes bildet bei Zimmertemperatur eine gleichmässig weisse und ziemlich feste, talgartige Masse; sein Schmelzpunkt liegt bei 45° C.

Jenes vom Erwachsenen trennt sich bei Zimmertemperatur in zwei Schichten. Der obere grössere Theil ist vollständig flüssig, durchsichtig, gelb gefärbt; er erstarrt erst bei Temperaturen unter 0°. Die untere Schichte ist eine krümmelige, krystallinische Masse, welche schon bei 36° C. flüssig wird.

Von beiden Fettarten wurde nun zunächst ungefähr je ein Kilogramm mit der entsprechenden Menge von Ätzkali in alkoholischer Lösung verseift; nach Abdampfen des Alkohols die Seife in Wasser gelöst und die Lösung mit Äther oder Petroleumäther extrahirt.

Ich nahm diese Extraction der Seifenlösung mit Äther vor, um in dem Fette etwa vorhandenen Cetylalkohol (und diesem verwandte Körper) aufzufinden, deren Vorkommen, wie bekannt,

[1] L. c.

von de Jonge [1] im Secrete der Bürzeldrüse und von Sotnitschewski [2] im Secrete einer Dermoidcyste nachgewiesen wurde.

Der Rückstand, welcher beim Abdestilliren der im Scheidetrichter getrennten ätherischen Flüssigkeit zurückblieb, war sehr gering und erwies sich lediglich als Seife, welche sich spurenweise im Äther gelöst hatte.

Weder das Fett des Erwachsenen noch jenes vom Kinde enthält demnach Körper von der chemischen Natur des Cetylalkohols.

Es waren nun die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung des Fettes vom Neugeborenen und vom Erwachsenen zu ermitteln, insoweit sich dieselben auf das Verhältniss zwischen den festen Fettsäuren (Palmitin- und Stearinsäure) und der flüssigen Oelsäure beziehen. Zu diesem Behufe wurden grössere Mengen von der durch Verseifen erhaltenen Kaliseife mit Salzsäure zerlegt und das Gemisch der abgeschiedenen Säuren durch Waschen mit Wasser gereinigt. [3]

Abgewogene Mengen der vorher geschmolzenen Fettsäuregemische wurden nunmehr mit einem geringen Überschusse von geschlämmtem Bleioxyd gemengt und unter fleissigem Umrühren auf dem Wasserbade verseift.

Die so erhaltenen Bleiverbindungen wurden nach dem Erkalten zerkleinert, in ein enges Faltenfilter gebracht und dieses in einem Ätherextractionsapparate während mehrerer Tage erschöpfend behandelt. Die auf dem Filter zurückgebliebenen Bleiverbindungen der Palmitinsäure und Stearinsäure, sowie das überschüssig zugesetzte Bleioxyd wurden in der Wärme mit Wasser und Salzsäure zerlegt und das Gewicht der abgeschiedenen festen Fettsäuren bestimmt, nachdem dieselben vorher durch sorgfältiges Waschen von dem bei der Zersetzung entstandenen Chlorblei befreit waren.

---

[1] Zeitschr. f. physiolog. Chemie. II. 157, 287; III. 235.

[2] Daselbst. IV. 349.

[3] Die Säuregemenge aus den beiden Fetten zeigten folgende Schmelzpunkte. Das Gemenge aus dem Fette des Neugeborenen schmolz bei 51°C., jenes aus dem Fette des Erwachsenen wurde bei 38° C. vollkommen flüssig.

Bei dieser Trennung wurden erhalten: Aus 100 Grm. des Säuregemenges vom Fette des Neugeborenen 32·75 Grm. feste Fettsäuren — dagegen aus 100 Grm. des Säuregemenges vom Fette des Erwachsenen nur 10·2 Grm.

Es enthält demnach das Fett des Neugeborenen ungefähr dreimal so viel feste Fettsäuren (Palmitinsäure und Stearinsäure), als das Fett des Erwachsenen.

Dieses Gemisch der festen Fettsäuren sowohl aus dem Fette des Kindes, als aus dem des Erwachsenen wurde in Übereinstimmung mit Heintz als ein Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure erkannt; es gelang leicht, durch die Anwendung der partiellen Fällungen mit essigsaurer Magnesia die beiden Säuren zu isoliren und durch die Bestimmung des Schmelzpunktes, sowie durch die Resultate der Elementaranalyse zu identificiren.

Die aus den beiden Fetten erhaltenen Säuren vom Schmelzpunkte 69° C. ergaben bei der Elementaranalyse folgende Resultate:

I. Säure vom Schmelzpunkte 69° C. aus dem Fette des Neugeborenen:
 0·252 Grm. Substanz gaben 0·6933 Grm. Kohlensäure und 0·2933 Grm. Wasser.

II. Säure vom Schmelzpunkte 69° C. aus dem Fette des Erwachsenen:
 0·222 Grm. Substanz gaben 0·6162 Grm. Kohlensäure und 0·551 Grm. Wasser.

Diese Zahlen passen sehr gut für die Zusammensetzung der Stearinsäure, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Berechnet für $C_{18}H_{36}O_2$		Gefunden I.	Gefunden II.
C....	76·06	75·68	75·70
H....	12·68	12·93	12·77
O....	11·26	—	—

Nachdem die Hauptmasse der festen Fettsäuren aus der alkoholischen Lösung derselben durch essigsaure Magnesia ausgefällt war, konnte aus der Mutterlauge sofort eine Säure

erhalten werden, welche genau den Schmelzpunkt von 62° C. zeigte und durch partielle Fällung nicht weiter zerlegt werden konnte. Die Elementaranalyse dieser Säure ergab Werthe, welche sehr gut den von der Palmitinsäure verlangten entsprachen:

I. Säure vom Schmelzpunkte 62° C. aus dem Fette des Kindes: 0·2338 Grm. Substanz ergaben 0·6408 Grm. Kohlensäure und 0·2676 Grm. Wasser.

II. Säure vom Schmelzpunkte 62° C. aus dem Fette des Erwachsenen: 0·3002 Grm. Substanz gaben 0·8283 Grm. Kohlensäure und 0·3459 Grm. Wasser.

Berechnet für $C_{16}H_{32}O_2$		Gefunden	
		I.	II.
C....	75·00	74·73	74·81
H....	12·50	12·71	12·80
O....	12·50	—	—

Die quantitative Zusammensetzung des Gemisches von Palmitinsäure und Stearinsäure lässt sich bekanntlich auf chemischem Wege nicht scharf ermitteln, da wir keine präcise Trennungsmethode für diese Säuren besitzen; dagegen geben uns die physikalischen Eigenschaften und vor Allem der Schmelzpunkt Aufschluss über die Zusammensetzung eines solchen Gemenges. Ich bestimmte daher mit aller Sorgfalt die Schmelzpunkte der festen Fettsäuren, welche ich bei der früher beschriebenen Trennung aus der Bleiverbindung erhalten hatte, wiederholte die Bestimmungen öfters und nahm aus den erhaltenen gut übereinstimmenden Zahlen das Mittel. Ich fand, dass das Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure aus dem kindlichen Fette bei 60° C., jenes aus dem Fette des Erwachsenen bei etwas niedrigerer Temperatur, nämlich bei 57·4° C. schmolz.

Nach Heintz[1] schmilzt bei 60·1° C. ein Gemenge von 90 Theilen Palmitinsäure und 10 Theilen Stearinsäure; bei 57·5° C. ein Gemenge von 80 Theilen Palmitinsäure und 20 Gewichtstheilen Stearinsäure.

[1] Gmelin's Handbuch der organ. Chemie. herausgegeben von Kraut. 4. Auflage. VII. 1535.

Bei der geringen Abweichung der von mir beobachteten Schmelzpunkte von denen, welche Heintz für die schon angeführten Mischungen fand, dürfte es wohl gestattet sein, anzunehmen, dass nach meinen Untersuchungen in dem Fette des neugeborenen Kindes die Menge der Palmitinsäure das Neunfache von der der Stearinsäure beträgt und dass im Fette des Erwachsenen auf je einen Theil Stearinsäure vier Theile Palmitinsäure kommen. Es überwiegt daher im Menschenfett die Palmitinsäure und nicht, wie Heintz angibt, die Stearinsäure.

Es würde also, wenn man von einer kleinen Menge mit Wasserdampf flüchtiger Fettsäuren absieht, das aus dem menschlichen Fette abgeschiedene Gemenge von Säuren ungefähr folgende Zusammensetzung besitzen:

	Kind	Erwachsener
Ölsäure	67·75	89·80%
Palmitinsäure	28·97	8·16
Stearinsäure	3·28	2·04
	100·00	100·00

und wenn ich nach den Ergebnissen meiner Versuche annehme, dass aus 100 Theilen menschlichen Fettes (gleichgiltig ob vom Kinde oder Erwachsenen) durchschnittlich 96 Theile Fettsäuren resultiren, so liefern 100 Theile Fett:

	Kind	Erwachsener
Ölsäure	65·04	86·21
Palmitinsäure	27·81	7·83
Stearinsänre	3·15	1·93
	96·00	95·00.

* * *

Was die flüchtigen Fettsäuren betrifft, so gibt Redtenbacher [1] an, dass diese durch Oxydation aus der Ölsäure entstehen und dass fast alle Fette flüchtige Säuren, wie Baldriansäure, Capronsäure und Caprylsäure, enthalten.

Lerch fand im Menschenfette nebst geringen Mengen anderer flüchtiger Fettsäuren namentlich Caprylsäure. Letztere

---

[1] Annal. d. Chem. u. Pharm. B. 59, p. 41.

in hinreichender Menge, um daraus das Barytsalz der Caprylsäure herstellen zu können.

Ich habe ebenfalls das Fett des neugeborenen Kindes und des erwachsenen Menschen auf flüchtige Fettsäuren vergleichsweise untersucht, und zwar in folgender Weise:

Eine grössere Quantität beider Fettarten wurde mit Ätzkali verseift und die erhaltene Seife mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt. Die saure, mit Wasser verdünnte Masse wurde nun in grosse tubulirte Retorten gebracht und durch eingeleiteten Dampf der Destillation unterworfen. Es wurden jedesmal mehrere Liter Flüssigkeit abdestillirt. Die sauer reagirenden Destillate wurden mit Barytwasser in geringem Überschusse neutralisirt, auf dem Wasserbade zur Trockene verdunstet und der erhaltene Rückstand mit Wasser behandelt. Die Lösung wurde von dem unlöslichen kohlensauren Baryt abfiltrirt, das Filtrat bei gelinder Wärme zur Trockene gebracht und die so resultirenden Barytsalze zur weiteren Untersuchung verwendet.

Eine solche Untersuchung war aber nur für das Kinderfett möglich, welches eine genügende Menge von flüchtigen Fettsäuren lieferte, während aus dem Fette des Erwachsenen eine unzureichende Quantität erhalten wurde.

Das Gemenge der Barytsalze der flüchtigen Fettsäuren untersuchte ich zunächst auf seinen Barytgehalt, um mich vorläufig zu orientiren:

0·201 Grm. des Barytsalzes ergaben 0·1225 Grm. kohlensauren Baryt, entsprechend 0·0951 Grm. oder 47·33$^0/_0$ Baryumoxyd. Dieser Barytgehalt liegt zwischen dem des Baryumsalzes der Buttersäure und Valeriansäure.

Nunmehr wurde der ganze Vorrath des Barytsalzes in möglichst wenig Wasser gelöst, die Lösung filtrirt und neben Schwefelsäure langsam zum Verdampfen gebracht. Sobald eine genügende Menge von Krystallen in der Flüssigkeit angeschossen war, wurden dieselben von der Mutterlauge getrennt, zwischen Fliesspapier abgepresst, getrocknet und analysirt. Die zuerst erscheinenden Krystalle ergaben sofort die Zusammensetzung des capronsauren Barytes; die folgenden Krystallisationen lieferten bei den Analysen Zahlen, welche auf valeriansauren Baryt deuteten. Aus der letzten Mutterlauge wurde durch Eintrocknen

ein Salz gewonnen, das die Zusammensetzung des buttersauren Barytes besass. Durch fortgesetzte Umkrystallisation gelang es zu zeigen, dass das ursprüngliche Gemenge der Barytverbindung lediglich aus dem Barytsalze einer Capronsäure und einer Buttersäure bestand. Welche von den Isomeren dieser Säuren vorlagen, konnte ich nicht entscheiden, da das Material für eine solche Untersuchung zu kärglich zugemessen war. Ich lasse nur die Zahlen folgen, welche die durch wiederholte Umkrystallisation gereinigten Barytsalze ergaben.

I. 0·1765 Grm. des bei 100° C. zum constanten Gewichte getrockneten Salzes lieferten 0·0958 Grm. kohlensauren Baryt, entsprechend 0·0744 Grm. oder 42·15% Baryumoxyd.

II. Die Krystallisation von I. noch einmal umkrystallisirt: 0·2118 Grm. der bei 100° C. zum constanten Gewichte getrockneten Barytverbindung ergaben 0·114 Grm. kohlensauren Baryt, entsprechend 0·0885 Grm. oder 41·78% Baryumoxyd.

Diese Zahlen aus I. und II. entsprechen genügend jenen, welche die Zusammensetzung des capronsauren Barytes fordert, wie aus der folgenden Zusammenstellung erhellt:

	$C_{12}H_{22}BaO_4$ verlangt	Gefunden I.	Gefunden II.
BaO.....	41·72	42·15	41·78%.

III. Das Barytsalz aus der letzten Mutterlauge: 0·106 Grm. bei 100° C. zum constanten Gewichte getrocknete Substanz ergaben 0·080 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·0525 Grm. oder 49·56% Baryumoxyd. Diese Zahl entspricht der Zusammensetzung des buttersauren Barytes.

	$C_8H_8BaO_4$ verlangt	Gefunden
BaO...	49·23	49·56%.

Meine Untersuchung der flüchtigen Säuren des Kindesfettes hat daher nur die Gegenwart von Capronsäure und Buttersäure erwiesen, während nach Lerch, wie schon angegeben, die

flüchtigen Säuren aus dem Menschenfette vorwiegend Caprylsäure enthalten sollen.

Obwohl ich aus dem Fette von Erwachsenen nur wenig flüchtige Fettsäuren erhielt, so glaube ich doch nach dem Ergebnisse der Analyse der Barytverbindungen den Schluss ziehen zu dürfen, dass auch in diesem Fette Caprylsäure nicht enthalten war; das im Wasser leicht lösliche Barytsalzgemenge enthielt nämlich 47·37% Baryumoxyd. Ich bin nicht im Stande, den Grund für diesen Unterschied in den Resultaten meiner und Lerch's Untersuchungen anzugeben.

Dass das Fett des Neugeborenen weit reicher ist an den Glyceriden der flüchtigen Fettsäuren, als das Fett des Erwachsenen, erkennt man sofort aus dem Geruche, welchen die aus den Seifen dieser Fette abgeschiedenen Säuregemische darbieten. Während das Säuregemisch aus dem Kindesfette ganz intensiv nach den flüchtigen Fettsäuren riecht, ist in dem Säuregemisch aus dem Fette des Erwachsenen dieser Geruch nur sehr schwach, ja für minder empfindliche Nasen kaum wahrnehmbar.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Das Fett des Paniculus adiposus des neugeborenen Kindes sowie des erwachsenen Menschen enthält keine Substanzen von der Natur des Cetylalkohols. Es besteht wesentlich aus den Glyceriden der Ölsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure, was schon Heintz festgestellt hatte. Ausserdem kommen darin noch geringe Mengen der Glyceride von flüchtigen Fettsäuren vor, wie auch schon von Lerch ermittelt wurde.

2. Das Fett des Neugeborenen enthält mehr von den Glyceriden der Palmitinsäure und Stearinsäure, weniger von dem der Ölsäure, als das Fett des Erwachsenen. Desshalb zeigt das Kindsfett einen höheren Schmelzpunkt als das Fett des Erwachsenen.

3. Der Gehalt beider Fette an Stearin ist nicht wesentlich verschieden.

4. An Glyceriden von flüchtigen Fettsäuren waren nur die der Buttersäure und Capronsäure nachzuweisen. Das Fett des

Neugeborenen enthält bedeutend mehr von diesen flüchtigen Fettsäuren, als das Fett des Erwachsenen.

Die chemische Zusammensetzung des Fettes vom Neugeborenen gewährt auch einen Ausblick auf eine eigenthümliche Erkrankung, welche nur bei neugeborenen Kindern vorkommt. Die fragliche Erkrankung — eine Form des Sclerema neonatorum — scheint nämlich im Zusammenhange mit der Beschaffenheit des Fettes in diesem Lebensalter zu stehen.

Ausgetragene und gut entwickelte Kinder werden öfters in den ersten Tagen nach der Geburt, selten später von einer Verhärtung der Haut befallen, welche Verhärtung durch zweierlei Umstände bedingt sein kann. Entweder ist sie die Folge einer serösen Infiltration der Haut und des Unterhautzellgewebes oder wird sie durch Erstarren des Fettes im Paniculus adiposus hervorgerufen. Letztere Form ist es, welche ich im Auge habe.

Als Vorläufer der Erkrankung zeigt sich eine hochgradige Herabsetzung der Körpertemperatur, dann wird die Haut starr, und zwar zuerst an den Extremitäten, später am Stamm. Die Glieder sind steif und unbeweglich, der Athem kühl, der Körper fühlt sich eiskalt an und machen die befallenen Kinder den Eindruck von erfrorenen.

Die Verhärtung ist jedoch keine primäre und selbstständige Erkrankung der Haut und weist diese auch keinerlei entzündliche Erscheinungen auf. Das Sclerem ist vielmehr als consecutive Erscheinung anderweitiger Erkrankungen aufzufassen, z. B. einer Lungenentzündung, in deren Verlauf es zu Collaps und zu Herabsetzung der Körpertemperatur kommt.

Wie gezeigt wurde, liegt der Schmelzpunkt des kindlichen an Palmitin und Stearin reichen Fettes bei 45° C., also weit über der normalen Körpertemperatur. Es kann nicht angenommen werden, dass das Fett im Körper einen niedrigeren Schmelzpunkt habe, als ausserhalb desselben. Daraus folgt, dass auch im lebenden Kinde ein grosser Theil seines Fettes sich nicht in flüssigem, sondern gerade nur in noch hinreichend weichem Zustande befindet. Sinkt nun die Körpertemperatur, sei es beim Collaps in schweren Erkrankungen oder durch Wärmeentziehung

von Aussen, so ist es begreiflich, dass das Fett im Paniculus adiposus erstarrt und ein Fettsclerem entsteht. Ein Sinken der Körperwärme bei schweren Erkrankungen des Neugeborenen bis auf 32° C., und zwar bisweilen tagelang vor dem Tode, wird nicht so selten beobachtet. Bei solcher Temperatur ist, wie ich mich experimentell überzeugt habe, das Fett im kindlichen Paniculus adiposus ganz starr.

Das Zustandekommen eines Fettsclerems bei einem erwachsenen Menschen ist nicht möglich wegen der verschiedenen Beschaffenheit des Fettes in späteren Lebensaltern und da die Körpertemperatur während des Lebens nie so tief sinken kann, um das Fett eines Erwachsenen zum Erstarren zu bringen.

Über die Anastomosen der Venae pulmonales mit den Bronchialvenen und mit dem mediastinalen Venennetze.

(Mit 4 Tafeln.)

Von Dr. **E. Zuckerkandl,**
a. ö. Professor und Prosector.

Vor dem Erscheinen der Monographien von F. D. Reisseisen[1] und Th. Sömmering[2] über die Anatomie der Lunge, war es um die Kenntniss der Pulmonalgefässe ziemlich schlecht bestellt. Das Verhalten der grossen Lungengefässe und die Gegenwart von Bronchialgefässen an der Luftröhrenverzweigung waren die einzigen Errungenschaften der älteren Anatomie für die Blutcirculation in den Lungen; während die intimeren Beziehungen der Lungengefässe untereinander so viel wie unberücksichtigt blieben. Erst Reisseisen und Sömmering haben die Ramificationsweise der Lungengefässe, ihre Inosculationen, die Richtung der zu- und abströmenden Blutwellen behandelt, und zwar so gründlich, dass die Angaben der genannten Forscher über den Blutumlauf in den Lungen bis heute noch massgebend geblieben sind. Der Anatomie der Lungengefässe lassen sich wohl noch — wie ich zeigen werde — manche Details einfügen, diese verändern aber nicht, sondern vervollständigen nur die von Reisseisen und Sömmering in ihren preisgekrönten Schriften niedergelegten anatomischen Thatsachen.

In den Lehren von den venösen Blutgefässen der Lunge existiren nach meinen Erfahrungen bloss zwei Lücken: es ist nämlich einerseits durch die Forschung der genannten Autoren die

[1] Über den Bau der Lungen. Berlin 1808 u. 1822.

[2] Über die Structur, die Verrichtung und den Gebrauch der Lungen. Berlin 1808.

Anatomie der Bronchialvenen nicht vollständig dargelegt worden und andererseits wurde den Verbindungen zwischen den Körper- und den arterielles Blut führenden Lungenvenen noch zu wenig Beachtung geschenkt. Gegenstand dieser Schrift wird es sein, diese minder festgestellten anatomischen Verhältnisse zu beleuchten, und ich werde, bevor ich auf das eigentliche Thema dieser Abhandlung übergehe, der leichteren Orientirung halber, die Verzweigung der Lungengefässe im Allgemeinen besprechen.

In jede Lunge treten zwei Arterien — Arteria pulmonalis und bronchialis — ein, und zwei Venen — Vena pulmonalis und bronchialis — gehen aus ihr hervor. Von diesen vier Gefässen gruppiren sich je zwei zu einem Systeme: Die Arteria und Vena pulmonalis bilden das eine, die Arteria und Vena bronchialis das zweite System. Die zwei mächtigen Gefässe, welche den kleinen Kreislauf formiren, haben angeblich mit der Ernährung der Lungen nichts zu schaffen, sondern stehen im Dienste des Gesammtkörpers, wesshalb sie auch Vasa publica genannt werden. Die Arteria und Vena bronchialis hingegen besorgen die Ernährung der Lungensubstanz, daher heissen sie auch Vasa privata pulmonum. Die Lungenarterie verbindet sich mit der Vena pulmonalis nur durch das ausnehmend dichte respiratorische Capillarnetz, da präcapillare Anastomosen weder zwischen den Stämmen der Vene und Arterie, noch zwischen den Zweigen eines dieser Gefässe nachzuweisen sind. Die Arteria pulmonalis ist demnach im Sinne von Cohnheim eine Endarterie.

Die Bronchialarterien, die eigentlichen Vasa nutritia der Lungen, halten sich mit ihren Hauptstämmen getreu an die Ramification der Bronchien; ihr Verlauf ist daher vom Hilus pulmonalis gegen die verschiedensten Punkte der Lungenoberfläche gerichtet. Die einzelnen Zweige der Bronchialarterie winden sich um die Bronchien herum, bilden stellenweise zierliche Netze und dringen durch die äusseren Schichten der Luftröhrenäste gegen die Bronchialschleimhaut vor, um in dieser ein dichtes Capillarnetz zu formiren. Bevor die Luftröhrenschlagadern in die Lungensubstanz sich einsenken, zweigen Äste ab, die unter der Pleura ihren Verlauf nehmen. Diese gehen in das oberflächliche Gefässnetz der Lungen über, an dem sich aber auch noch Äste der

Lungenarterien und Lungenvenen betheiligen (Reisseisen). In der Lunge selbst geben die Bronchialarterien zahlreiche Zweigchen ab, welche zwischen den Lungenläppchen gegen die Oberfläche der Lunge verlaufen.

An den Enden der feinsten Bronchien übergehen die Capillaren der Bronchialschlagadern in das respiratorische Gefässnetz und darum lässt sich das letztere von der Bronchialschlagader leicht injiciren. Mit diesen Capillaren ist aber der Anastomosencomplex zwischen den Ästen der Pulmonal- und Bronchialarterie nicht erschöpft, da auch directe, präcapillare Übergänge zwischen den genannten Gefässen nachgewiesen sind. Fr. Ruysch[1] hat sie zuerst beschrieben und abgebildet; Haller[2] fand diese directen Übergänge versehen mit einem Durchmesser von $^1/_5'''$ und in neuester Zeit hat sie H. Hojer[3] injicirt, und beobachtet, dass ein 0·135 Mm. dicker Zweig der Bronchialarterie sich in einen 0·22—0·27 Mm. starken Ast der Pulmonalarterie einsenkte. Physiologisch bemerkenswerth erscheint, dass bei Embolie der Lungenarterien diese Anastomosen nicht hinreichen sollen einen Collateralkreislauf anzubahnen. Es haben nämlich Cohnheim und Litten[4] experimentell ermittelt, dass auf den physiologisch vorhandenen Wegen, also vor Entwickelung einer ganz neuen Vascularisation, die Bronchialarterien nicht im Stande sind einen Lungenabschnitt mit Blut zu versorgen, dessen zuführende Pulmonalarterie verschlossen ist. Auch E. Rindfleisch[5] behauptet dasselbe; während die Untersuchungen von R. Virchow[6] ergaben, „dass auch die vollständige Verstopfung der Lungenarterie eines ganzen Lappens weder in dem dahinter gelegenen Theile der Lunge, noch in den übrigen Lungenlappen, noch im übrigen Körper erhebliche Veränderungen hervorbringt, weil die Bronchialschlagader einerseits zur Ernährung der Lunge genügt und

[1] Opera omnia. Tom. I. Epist. anat. sexta. Amstelod. 1721.

[2] Elem. phys. Tom. III.

[3] Über unmittelbare Einmündung kleinster Arterien in Gefässäste venösen Charakters. Arch. f. mikrosk. Anat. Bonn 1877.

[4] Über die Folgen der Embolie der Lungenarterien. Virch. Arch. Bd. 65. Berlin 1875.

[5] Lehrb. der patholog. Gewebelehre. Leipzig 1873.

[6] Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Frankfurt a. M., 1856.

sie auch andererseits einen collateralen Kreislauf herstellt.“ H. Eppinger,[1] der in einer verdienstvollen Arbeit das Verhalten der feineren Lungengefässe beim Lungenemphysem studirte, gelangt zu dem Resultate, dass es bei dem auf Grundlage einer chronischen Bronchitis auftretenden Emphysem zur Ectasie der Bronchialgefässe komme. Da nun die entstandenen weiten Anastomosen zwischen den Bronchial- und Pulmonalgefässen der Entwickelung einer Circulationsstörung entgegentreten, so stellt sich keine Hypertrophie des rechten Ventrikels ein. Entwickelt sich aber das Emphysem auf eine Art, in welcher den Bronchialgefässen nicht Gelegenheit geboten ist, sich auszuweiten, dann ruft die Circulationsstörung eine Herzhypertrophie hervor.

Das Blut, welches den Luftröhrenästen durch die Bronchialarterien zufloss, wird durch die Bronchialvenen abgeführt. Diese coaliren sich aber nicht zu grossen, den Bronchialarterien correspondirenden Venen, sondern sie ergiessen sich als sehr kleine Zweigchen in die nachbarlichen Pulmonalvenen. Nur die aus den Bronchien der 1. bis 4. Verzweigung stammenden Venen sammeln sich rechts wie links zu einer Vena bronchialis, die in einen Haupt- oder Nebenstamm der Vena azygos oder hemiazygos einmündet. Die austretende Bronchialvene entspricht daher nur einem Theile von dem Verzweigungsgebiete der Bronchialarterie. Die Lungenvene führt somit nicht nur das Blut der Arteria pulmonalis, des oberflächlichen Netzes und der venösen Vasa vasorum (Reisseisen), sondern auch das der Bronchialvenen aus der Lunge heraus.

Das respiratorische Gefässnetz der Lunge führt in drei Gefässe: in die Arteria pulmonalis, Arteria bronchialis, in die Vena pulmonalis und lässt sich von diesen Gefässen aus leicht injiciren; aber auch mit den Venae bronchiales steht das respiratorische Netz an den feinsten Bronchien in Verbindung.

Dies wäre im Allgemeinen über die Gefässverhältnisse innerhalb der Lunge zu bemerken, und ich gehe jetzt auf den eigentlichen Gegenstand meiner Untersuchung über und beginne mit den Bronchialvenen.

---

[1] Das Emphysem der Lunge. Vierteljahrsschrift f. d. prakt. Heilk. Bd. IV., Prag 1876.

Anatomie der Bronchialvenen.

Jene Anatomen der alten Zeit, welche Beobachtungen über die Gefässe der Bronchien anstellten, kannten nur den einen Schenkel dieses Gefässsystems, nämlich die Bronchialarterien. So Galen, der in dem Tractat de arteriar. et venar. dissectione über die Astfolge der Aorta folgendes aussagt: „Arteria, quae secundum vertebras dorsi descendit, prima, et tenuis propago, dividitur ad thoracis partes, quibus pulmones adjacent, extrema vero abeunt in asperam.“ Diese dürftige Beschreibung ist das älteste Zeugniss einer den Bronchialgefässen zu Theil gewordenen Aufmerksamkeit. Nach Galen wurde Jahrhunderte hindurch in der Anatomie der Bronchialgefässe nichts geleistet. Erst D. d. Marchettis [1] berücksichtigte sie wieder, indem er bei der Beschreibung der Lunge den Satz einflicht: „Venas arterias possident pulmones, tum ab arteria venosa, tum a vena arteriosa, quae ut diximus per substantiam pulmonum dirimuntur. Sed observabiles sunt duae, aut tres arteriae ab arteria magna productae, quae per substantiam pulmonum propagantur.“ Diese Angabe des Marchettis scheint ziemlich unbeachtet geblieben zu sein, denn Fr. Ruysch,[2] der viel später über die Bronchialgefässe schrieb, wusste nichts von Marchettis Beschreibung der Bronchialarterien und hielt sich für deren Entdecker. Nun kam Leben in die Angelegenheit der Bronchialgefässe, man bemühte sich Ruysch nachzuweisen, dass er mit Unrecht behaupte, etwas Neues gefunden zu haben und wahrscheinlich haben erst diese Prioritätstüfteleien die Sache der Bronchialgefässe in Fluss gebracht. Fr. Ruysch sind in Bezug auf die Entdeckung der Bronchialgefässe jedenfalls Verdienste zuzusprechen, denn erwiesenermassen sind sie erst durch seine Beschreibung und seine Injectionen ausführlich behandelt und anatomisch dargestellt worden. Er beschrieb die Bronchialarterien genauer als mancher Verfasser eines modernen Lehrbuches der Anatomie, kannte auch deren directe Übergänge in die Lungenarterie und hat von diesen Anastomosen eine Abbildung gegeben.

---

[1] Anatomia, Patavii 1654.

[2] L. c.

Keiner von den citirten Autoren kannte eine Bronchialvene. Fr. Ruysch, der über die Bronchialgefässe zahlreiche Untersuchungen anstellte, fand sie nicht, obwohl er bemüht war, eine der Bronchialschlagader correspondirende Vene zu eruiren. Nachdem alle seine Arbeiten um die Vena bronchialis fruchtlos blieben, war er zufrieden, in der von keiner correspondirenden Vene begleiteten Leberschlagader ein Verhalten gefunden zu haben, welches an das der Arteria bronchialis lebhaft erinnert. Ruysch sagt in der Epistola anatomica sexta von der Lungenvene: „Circa arteriae hujus bronchialis comitem venam, per pluros annos anceps dubiusque haesi, nec adhuc, tum eam mihi videre licuit, neque autem eam hic magis necessariam esse, quam in hepate, ubi arteria hepatica nullam quoque peculiarem sibi et sociam vindicat venam.“ Wenn ein so gewichtiger, in der Gefässinjection routinirter Forscher wie Ruysch sich gedrungen fühlte die Behauptung aufzustellen: es gäbe keine Bronchialvene, so musste deren Auffindung in der That grosse Schwierigkeiten bereiten. Es ist daher nicht auffallend, dass auch noch in späterer Zeit von vielen Seiten die Existenz einer Bronchialvene bestritten wurde. Ch. Fickel,[1] der eine Dissertation über die Bronchialgefässe verfasste, beschäftigte sich auch mit der Frage, warum denn das Vorhandensein einer Bronchialvene geleugnet werde und sagt: „Causa negandi in difficultate situs fuisse videtur, recondito enim admodum et incommodo loco posita, aegrius repletur, et removendo pulmonem facile destruitur.“

Der Entdecker der Bronchialvene soll Nicolaus Samichellius gewesen sein; doch beschrieb er ein Gefäss, welches mit dem Verlaufe einer Bronchialvene so wenig übereinstimmt, dass A. v. Haller[2] und M. Portal[3] die Entdeckung der Bronchialvenen durch Samichellius mit grosser Reserve besprachen. M. Portal, der ihn wohl als Entdecker nennt, heisst seine Beschreibung eine wenig exacte. Haller schreibt in der Biographie des Samichellius unter andern: „Venam bronchialem H. Fabricio

[1] De arteriis venisque bronchialibus et oesophageis. Diss. inaug. Göttingae 1743.

[2] L. c.

[3] Hist. de l'Anat. et de la chirurg. Tom. V, Paris 1770.

probasse dicitur; sed figmentum est quidcunque Fabricio obtrusit, cum eam venam inter cor et diaphragma scribat in cavam inseri, nisi forte in rarissimam fabricam incidit“ und Portal sagt über die vermeintliche Vena bronchialis: „Il pretendoit qu'elle etoit placée entre le coeur et la veine cave, qu'elle etoit fort grosse, et qu'elle alloit du diaphragme au coeur.“

So unbestimmt es ist, ob sich Samichellius um die Entdeckung der Bronchialvene verdient gemacht oder nicht, ebenso bestimmt scheint es zu sein, dass der verdienstvolle Leidener Anatom J. Jacobus Rau die rechte Vena bronchialis entdeckt habe. Dem von M. B. Valentini herausgegebenen und im Jahre 1720 zu Giessen erschienenen Amphiteatrum zootomicum ist ein Anhang beigefügt, in welchem einzelne anatomische Lehren des J. Jacobus Rau zusammengestellt sind. Daselbst heisst es bei der Beschreibung der Vena azygos: „Ab ipsa hujus Azygos parte superiore vena considerabilis ad pulmonis fabricam expanditur, quae forte illa est, quam scribit Bourdon et Ortlob, Samichellium vidisse; sed cum scribunt Samichellium ipsam ex cava productam vidisse, dubitandum, an hunc ille autor putaverit, quam describimus. Porro ex intercostalibus sinistri lateris superioribus pulmo quoque varias recipit venas: Quin ex illis quaedam, quae ad mediastinum venae exporiguntur, ex intercostalibus et ex ipsa Azygos productae ad pulmonem varii ramusculi feruntur“. Nach einem Ausspruche des berühmten Boerhave hat auch schon C. Victor Schneider Bronchialvenen beschrieben. In wiefern Schneider auf die Erkenntniss der Bronchialvenen Einfluss nahm, kann ich nicht besprechen, da ich weder in die Werke des Boerhave noch in die des Schneider Einsicht nehmen konnte. Die apodiktische Aussage des Ruysch, dass es Bronchialvenen nicht gäbe, hatte eine so nachhaltige Wirkung, dass selbst Haller eine Zeitlang an die Existenz einer Vena bronchialis nicht glaubte. Später stellte er diese Gefässe dar und beschrieb sie sowohl in den Elementen der Physiologie als auch in seinen Icones anatomicae. In den letzteren schreibt Haller: „Bronchialis vena plerumque simplex est, et cum intercostali ramo in ipsa aorta rete facit, neque raro plures ex eo rete bronchiales sinistrum pulmonem adeunt, ut duae sunt venae bronchiales, una socia arteriae pulmonalis, altera inferior, sub ductu arterioso, retro

arteriam pulmonalem. Sursum autem in broncho cum ramis thyreoideis inferioris, qui cum broncho adveniunt, communicat."

J. B. Winslow,[1] der, nach den in seiner Anatomie beschriebenen Varietäten der Bronchialvene zu urtheilen diese Gefässe oft zergliederte, sagt: „Vena bronchialis per tempus quoddam indubium vocata fuit, ast non minus quam arteria reapte existit, atque facile demonstrari potest."

J. A. Wohlfahrt[2] sprach sich bestimmt über die Anzahl der Bronchialvenen aus und fand an der Stelle, wo die rechte Bronchialvene in die Azygos mündet, eine Klappe.

Ch. Fickel, den ich schon vorher citirte, führt an: „Venam bronchialem non quidem accurate comitem arteriae, sed sursum tamen deorsumque datis ramis ad asperam arteriam glandulasque vicinas respondentem."

In Bezug auf die Anzahl der aus der Lunge hervortretenden Bronchialvenen wird in der Jetztzeit angenommen, dass es ihrer, wie schon Wohlfahrt angab, zwei gebe: eine rechte und eine linke, oder dass sie, wie F. Arnold bemerkt, zuweilen in doppelter Anzahl auftreten. Ihr Blut beziehen sie aus den Bronchialdrüsen, den grösseren Bronchien, dem subpleuralen und interlobularen Lungengewebe, und sie ergiessen ihren Inhalt in die Azygos, Hemiazygos oder in einen Nebenzweig dieser grossen Gefässe.

Wie man aus dem Vorhergehenden entnehmen kann, sind die Anatomen des vorigen Jahrhunderts mit der Anatomie der Venae bronchiales, insoweit sie ausserhalb der Lungen verlaufen, ziemlich fertig geworden, und den citirten Anatomen gebührt das Verdienst, die Existenz dieser interessanten Gefässe sichergestellt zu haben.

Nachdem das Vorhandensein der Venen sichergestellt war, ging man daran, das Verhalten der Venae bronchiales innerhalb des Lungengewebes zu studiren und man darf Reisseisen und Sömmering als diejenigen feiern, welche für diesen Abschnitt der Lungengefässe Hervorragendes geleistet haben. Reisseisen schreibt in seiner preisgekrönten Monographie:

---

[1] Expositio anatomica, Tom. III, und Tom. IV, pars prima, Francofurti et Lipsiae 1753.

[2] De Bronchiis vasisque bronchialibus, Disp. anat. select, Vol. VII, colleg. edid. Alb. Haller.

„Was die Venen anbetrifft, welche das Blut aus den Theilen, wohin es die Bronchialarterien geführt haben, zurückbringen, so kann ich sie nicht mit Stillschweigen übergehen, da sie eine Anomalie darbieten, die bisher übersehen, oder nur als Ausnahme angesehen worden ist. Alle Venchen nämlich, welche im grössten Theil der Lungen den Bronchialarterien korrespondiren, sammeln sich nicht in diesen analogen Stämmen, sondern ergiessen sich als sehr kleine Äste der Lungenvene auf der ganzen Länge derselben. Nur in der Gegend der Lungenflügel, welche nahe an ihrer Wurzel oder dem Eintritt der grossen Gefässe liegt, sammeln sich die Venen von den Bronchien, und zum Theile von dem oberflächlichen Netze in ein Stämmchen, welches man die Bronchialvene nennt, und welche sich in die ungepaarte Vene, oder in eine der naheliegenden Äste des Hohladersystems, auch wohl in die obere Hohlader selbst, ergiessen. Dieser Verlauf der Bronchialvenchen ist nicht etwa eine Ausnahme, sondern er ist beständig, und findet auch in allen Thieren, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, statt. Es ist also ein Irrthum, wenn man eine Bronchialvene, die der Arterie der ganzen Lunge entspricht, annimmt, und dadurch den Kreislauf dieser Gefässe als ganz verschieden von dem der Lungengefässe ansieht.“ Über den Nutzen dieser Einrichtung, sowie auch über die Anastomose zwischen Arteria pulmonalis und Arteria bronchialis berichtet Reisseisen Folgendes: „Da das Blut, welches die Lungenarterie der Lunge zuführt, zur Ernährung und zu den Absonderungen unfähig ist, so musste durch einen anderen Weg aus der Aorta Blut in die Lunge geleitet werden. Dies geschieht nun vermittelst der Arteria bronchialis; allein vergleicht man den sehr kleinen Durchmesser dieser Arterie mit der unermesslichen Fläche, auf der sie sich ausbreiten soll, so wird man bald einsehen, dass sie unmöglich alles versehen kann; sie musste daher anf ihrem ganzen Verlauf von einem anderen Gefässe Hilfe erhalten. Dies geschieht nun durch die Anastomosen der Lungenarterie. Da diese aber schwarzes, untaugliches Blut führt, so scheint es ein Widerspruch zu sein, wenn man dieses, als zur Unterstützung der Bronchialarterie bestimmt, annimmt; allein dieser Widerspruch hebt sich durch folgende Betrachtung. Die Anastomosen fangen erst da an, wo die Luftröhre schon ziemlich dünn und fein ist, wo also die

Blutwelle in der Arteria bronchialis nur durch ein feines Gewebe von der Berührung der Luft getrennt ist; sie kann also schon hier durch Penetration sich röthen; da nun ein grosser Theil der Ästchen der Bronchialarterie sich in einem Haargefässnetz auf der Fläche der Bronchien vertheilt, so kann ohnehin hier der nämliche Process statt haben, wie an den Enden der Luftröhre. Daher wird auch, wie es scheint, dem Blute der Bronchialarterie sogleich das wieder ersetzt, was es durch Ernährung und Secretion verliert, und es kann nun unmittelbar dem linken Herzen zugeführt werden. Dies geschieht auch, indem alle Bronchialvenchen sich in die Lungenvene ergiessen. Durch diese Anordnung geht also dem Kreislaufe der Lungengefässe kein Blut verloren, denn alles, was die Arterie zur Unterstützung der Bronchialarterie abgegeben hat, wird diesem Kreislaufe wieder durch die Venchen zugeführt. Die Bronchialvene, die aus dem vorderen Theile der Lungenflügel das Blut in die Hohlader zurückführt, kommt aus Theilen, wo theils noch keine Anastomosen mit der Lungenarterie statt haben, und wo auch theils die Häute noch viel zu dicht sind, als dass die Bronchialarterie schon in ihren grösseren Ästchen der Einwirkung der Luft in den Bronchien ausgesetzt sein könnte."

Ich werde später auf diese physiologischen Ausführungen zurückkommen und nachweisen, dass die Behauptungen Reisseisens nicht stichhältig sind, da gewiss auch venöses Blut in die Lungenvenen ergossen wird. Im Übrigen werden die noch folgenden literarischen Notizen lehren, dass in Bezug auf den Werth der Verbindungen zwischen den Bronchialvenen und den Lungenvenen die Ansichten der späteren Autoren nicht immer mit denen von Reisseisen übereinstimmen.

Sömmering hat die Anastomosen der Bronchialgefässe mit den Vasa publica pulmonis gerade so aufgefasst wie Reisseisen aber er beschränkt sich auf die Sicherstellung der anatomischen Thatsachen und enthält sich physiologischer Deductionen.

Nach Sömmering ist J. F. Meckel[1] zu nennen, der die genannten Anastomosen bestätigte, aber über ihren Werth eine Ansicht aufstellte, die derjenigen Reisseisen's gerade entgegen-

[1] Handb. d. menschl. Anat. Bd. IV, Halle und Berlin 1820.

gesetzt war. Er schreibt über die Bronchialgefässe: „Höchst merkwürdig ist es, dass nicht bloss in diesem feinen Gefässnetze (in dem oberflächlichen der Lunge), sondern auch zwischen den grösseren Zweigen und Ästen der Lungen - Luftröhrengefässe bedeutende Anastomosen stattfinden. Die Bronchialvenen senken sich sogar grösstentheils in die Lungenblutadern, nur die an der Wurzel der Lungen befindlichen treten zu kleinen Stämmen zusammen, welche sich in die unpaarige Vene oder die obere Hohlader, oder untergeordnete Äste des Körpervenensystems einsenken. Aus dieser Anordnung ergibt sich daher: 1. dass auch im normalen Zustande in den Lungen sehr bedeutende Communicationen zwischen dem Systeme des rothen und dem des schwarzen Blutes stattfinden; 2. dass die als Abweichungen bisweilen erscheinenden, wo grössere Gefässe der entgegengesetzten Systeme sich auf dieselbe Weise verhalten, z. B. die Kranzblutadern des Herzens sich in die linke Vorkammer, eine oder mehrere Lungenvenen in die Hohlvene einsenken, eine grosse überzählige Lungenpulsader von der absteigenden Aorta entsprang u. s. w., nur weitere Entwicklungen dieses Typus sind, und 3. die wichtige Bemerkung, dass diese Anastomosen in den Fällen, wo die Lungenpulsader verschlossen, oder beträchtlich verengt war, und dennoch das Leben bedeutend hoch gebracht wurde, höchst wahrscheinlich die Wege sind, durch deren Erweiterung das Blut in die Lungenpulsadern geführt wurde. In der That werden auch unter dieser Bedingung die Luftröhrenäste erweitert gefunden“.

E. Huschke, [1] der die Bronchialvenen auch sehr ausführlich behandelt, kehrt wieder zur Ansicht Reisseisen's zurück und glaubt eine Vermischung zwischen arteriellem und venösem Blute der Lunge verneinen zu müssen. Er sagt: „Die Venae bronchiales haben das Eigen, dass nicht alle sich in das obere Hohladersystem einsenken, sondern die meisten sogar in die Aste der Lungenvene übergehen, ein Verhalten, was sich mit den Fundamentalgesetzen des Kreislaufes nicht vereinigen lassen würde, wenn man nicht annehmen dürfte, dass auch in einem Theile der

---

[1] E. Huschke, S. Th. v. Sömmering's Lehre von den Eingeweiden. Leipzig 1844.

feineren Bronchien schon geathmet, d. h. das Blut des Bronchialsystems auf seinem Rückwege durch die feinsten Bronchialvenen mittelst des Einflusses der Luft gleich wieder geröthet und dem arteriösen ähnlicher wird als dem Venenblute, und folglich seine Richtung nach den Lungenvenen nehmen muss. Damit stimmt wenigstens, dass gerade die Bronchialvenen, die an der Lungenwurzel von den gröberen Bronchien, aus dem Capillarsysteme des Lungenfelles, von den Bronchialdrüsen etc. entstanden sind, theils in die Venae intercostales oder oesophageae oder unmittelbar in die Vena azygos, mammaria interna und obere Hohlader sich einsenken, insofern hier die Einwirkung der Luft nicht so energisch ist, als im Lungengewebe selbst. Da die Natur in der Anordnung des Herzens, des Gefässsystems, der Lungenbläschen und an anderen Orten auf eine scharfe Scheidung der zwei Blutarten deutlich hinweist, so ist auch hier jedenfalls an keine grosse Vermischung desselben zu denken.“

L. le Fort [1] nennt die in den Lungenvenen mündenden Bronchialvenen: Veines bronchopulmonaires. Seine Beschreibung lautet: „A partir de la troisième division de bronches jusqu' a leur entrée dans les lobules principaux, le réseau veineux qui le recouvre appartient au système des veines pulmonaires. Les ramuscules se reunissent en petits rameaux qui vont se jeter isolement dans les branches veineuses que nous avons vues marcher dans l'intervalle des lobules, au milieu du tissu cellulaire interlobulaire. Les veines sont extrêmement nombreuses, car ce dessin, pris sur une de mes préparations, en montre quatre dans un espace assez circonscrit.

„Cette existence dans les réseau veineux des bronches de deux ordres de vaisseaux si différents au point de vue physiologique, puisque l'un renferme du sang veineux et l'autre du sang artêriel, est extrêmement remarquable. L'artère bronchique, comme nous l'avons vue, apport au canal aérien le sang nécessaire a sa nutrition; peu a peu ce sang perd ses propriétés vivifiantes a mesure quil pénètre dans la trame des tissus; a la racine des poumons, il se trouve séparé du contact de l'air par tout l'épais-

[1] Sur l'Anat. du poumon ches l'homme, Thése, Paris 1858.

seur de la bronche, il devient veineux, et doit par consequant retourner aux cavités droites du coeur: de la l'existence des veines bronchiques. Mais, a partis de la deuxiéme ou troisiéme division du conduit aérien, il n'en est plus de même: reduits en quelque sorte a des tubes membraneux, ils permettent au sang de l'artére bronchique un contact assez intime avec l'air, qui circule dans leur intérieur, pour que ce sang reste artériel et puisse en consequence aller directement aux cavités gauche du centre circulatoire pur remplir de nouveau son rôle de fluide vivificateur; il passe alors par les veines pulmonaires."

Man kann Le Fort beistimmen, wenn er sagt: dass in der Lungenwurzel die Dicke des Bronchus den Contact zwischen den Bronchialgefässen und der Atmosphäre verhindere; dass aber der Bronchus dritter und vierter Ordnung schon geeignet sei den Verkehr zwischen den Bronchialgefässen und der Luft herzustellen, ist durch kein Argument bewiesen. Der Bronchus dritter Ordnung ist nicht viel dickwandiger als der nächst feinere, somit wird wohl die Grenze, wo dem Bronchialblute die Möglichkeit, venös zu werden, entzogen wird, nicht gar so scharf abgesetzt sein, wie sich dies Le Fort und andere Anatomen vorstellen. Damit fällt auch die Argumentation, dass, weil in den gröberen Bronchien die Venen wirklich venöses Blut führen, die letzteren, um das arterielle Blut nicht zu verunreinigen, eben aus der Lunge heraustreten und in eine Körpervene einmünden müssen. Das Unhaltbare dieser Theorien wird sich im Nachfolgenden noch manifester darstellen.

J. Hyrtl, der in seiner Corrosionsanatomie (Wien 1873) auch ein Capitel über die Bronchialgefässe schrieb, kommt durch seine Untersuchungen zu dem Resultate, dass die „sogenannten Bronchialvenen", welche sich an der Lungenpforte oder im Verlauf eines grösseren Bronchialzweiges, in die Stämme der Lungenvenen entleeren, nichts anderes als Lungenvenen sind. Die vermeintlichen Anastomosen zwischen den Bronchial- und Lungenvenen wären nach Hyrtl zwecklos; denn wenn die Bronchialvenen arterielles Blut führen, warum entleeren sie sich nicht ausnahmslos in die Lungenvenen, ist „aber das Blut der Venae bronchiales venös, wie kann sich dasselbe in eine der Lungenvenen entleeren."

Nach Ph. C. Sappey [1] bilden die aus den Bronchien dritter und vierter Ordnung tretenden Venen die eigentlichen Bronchialvenen; während die der feineren Bronchien, welche Le Fort veines broncho-pulmonaires nennt, ihr Blut in die Lungenvenen ergiessen. H. Luschka [2] spricht sich bei der Beschreibung der sehr kleinen, in die Lungenvenen einmündenden Venae bronchiales dahin aus, dass nach diesem Befunde dem arteriellen Strome beständig eine grössere Menge venösen Blutes zugeführt werde. Allein durchgreifend scheint ihm dies nicht zu sein, weil die Capillaren der dünnwandigen Luftröhrenzweige mit der Luft in Wechselwirkung treten können, so dass auch dem Blute in den bereits venös gewordenen Capillaren der Bronchialarterien durch den Sauerstoff der Luft das gleich wieder ersetzt wird, was es durch die Ernährungsvorgänge eingebüsst hat. Nach F. E. Schultze [3] fliesst bloss das in den Capillaren der grösseren Bronchien venös gewordene Blut der Bronchialarterie in die Bronchialvene, während das der kleinen Bronchien direct in die Venae pulmonales übergeht. Ähnlich sprechen sich F. Arnold, [4] Kölliker, [5] Ch. F. Krause, [6] C. Langer, [7] M. J. Weber [8] u. A. aus, nur fügt Kölliker seinen Auseinandersetzungen die Bemerkung bei: dass der Verbreitungsbezirk der Bronchialvenen noch nicht mit der wünschbaren Bestimmtheit ermittelt ist. Eine ähnliche Bemerkung knüpft auch J. Henle an die Beschreibung der Bronchialvenen; er sagt: „Es ist noch unentschieden, ob sie ihre Zufuhr an Blut lediglich aus den im Hilus gelegenen Theilen, und von der Oberfläche der Lunge erhalten, oder ob sie ihre Wurzeln längs den Bronchien weiter hinab, und zu der äusseren Wand und Adventitia der feineren Bronchialäste erstrecken.“

Aus den vorhergegangenen historischen Aufzeichnungen geht hervor, dass wenn auch der Typus der Bronchialvenenverzwei-

---

1 Traité d'anatomie descriptive. Tom IV. Paris 1874.

2 Die Anatomie des Menschen, Bd. II, 1. Abtheilung, Tübingen 1862.

3 S. Stricker, Handb. d. Lehre v. den Geweben. Bd. 1, Leipzig 1871.

4 Handb. d. Anat. des Menschen. Bd. II, Freiburg im Breisgau 1850.

5 Handb. der Gewebelehre des Menschen, Leipzig 1863.

6 Handb. der menschl. Anat. Bd. I, 2. Theil, Hannover 1842.

7 Lehrbuch der Anatomie, Wien 1865.

8 Handb. d. Anat. des menschl. Körpers, Bd. II, Bonn 1842.

gung sichergestellt ist, doch noch in einigen Punkten etwas Unklarheit herrscht. Die Angaben von Reisseisen und Sömmering über die Einmündung der Bronchialvenen in die Lungenvenen sehen wir von den meisten Autoren angenommen, aber über die Ausbreitung dieses Anastomosenbereiches, über die Ausdehnung der aus der Lunge heraustretenden eigentlichen Bronchialvenen, sowie über die vorderen grossen Venae bronchiales ist noch keine rechte Einigung erzielt worden, und daher kommt es, dass der eine Autor in den innerhalb der Lungen verlaufenden Bronchialvenen arterielles, ein anderer venöses Blut fliessen lässt.

Um nun in Bezug auf eben diese minder festgestellten anatomischen Verhältnisse Aufschluss zu erhalten, habe ich eine grosse Reihe von Präparaten angefertigt und Resultate erhalten, die ich im Folgenden mittheile.

Anatomie der feineren Bronchialvenen.

Die Methode, der ich mich bediente, um die Bronchialvenen darzustellen, bestand darin, dass ich die Pulmonalvenen der in situ naturali belassenen Lunge mit löslichem Berlinerblau oder mit einer anderen bis in die feinsten Gefässe vordringenden Injectionsmasse füllte. Bei diesem Verfahren injiciren sich auch die feinen und gröberen V. bronchiales bis zu den Einmündungen der letzteren in die Vena azygos und Hemiazygos. Man kann bei diesem Vorgehen mit Sicherheit darauf rechnen, die Venen der feinsten Bronchien zu erhalten, während man bei Injection einer Bronchialvene vom Hilus pulmonalis aus nicht leicht so weit gelangt. Injicirt man von der Lungenpforte aus eine Bronchialvene, so geht ein grosser Theil der Masse in die Lymphdrüsen hinein, ein anderer fliesst durch Anastomosen in die Lungenvenen über und die Gefässe der feinen Bronchien werden sich nach diesem Vorgange nicht vollkommen füllen. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass an einer aus der Brusthöhle entfernten Lunge Venen verletzt werden, mit denen die Venae bronchiales anastomosiren und dass auch dieser Umstand das Gelingen der Injection gefährdet.

Als Injectionsobjecte benützte ich zumeist die Leichen von Kindern, da man in Leichen von Erwachsenen nicht leicht Lungen findet, die sich zu physiologischen Untersuchungen eignen.

Ich habe aber, in so weit sich Gelegenheit darbot, normale Lungen von Erwachsenen zu untersuchen, diese nicht unbenützt gelassen.

Bei gelungener Einspritzung gewahrt man folgendes: Der Querschnitt eines feinsten Luftröhrenastes zeigt unter dem Mikroskope keine von dem respiratorischen Gefässnetze geschiedene Gefässformation, sondern das Capillarnetz des feineren Bronchus setzt sich peripher in das respiratorische Netz fort, und weicht von demselben nur insoferne ab, als es eben nicht eine Alveole, sondern ein Luftröhrenästchen umgibt. Die dem Luftröhrenästchen zugehörenden Gefässe sind nicht enger und auch nicht weiter als die übrigen Lungencapillaren.

An den nächstfolgenden minder feinen Bronchien gestaltet sich das Gefässverhalten morphologisch einigermassen verschieden. Das bronchiale Venennetz ist an einer Stelle etwas dichter als an einer anderen. Die einzelnen Theile des Netzes sind nicht von gleicher Weite und daher findet man am Querschnitte bald ein dickeres, bald ein dünneres Venchen der Bronchialwand aufliegen, in welches sich die Capillaren der Bronchialschleimhaut begeben. An einzelnen Stellen sieht man am Querschnitte die eine Hälfte des Bronchiolus von einem bogenförmigen Gefäss umschlossen, welches die Capillaren der Schleimhaut sammelt und in ein Lungenvenenstämmchen einmündet, in welches zahlreiche kleinere Lungenvenen eingehen; hie und da kommt es auch vor, dass einzelne Capillaren der Bronchialschleimhaut das bogenförmige Gefäss umgehen und in das respiratorische Gefässnetz inosculiren, oder es treten die Bronchialcapillaren zu einer stärkeren Vene zusammen, die unter rechtem Winkel vom Bronchus abgeht, auf allen Seiten feine Lungenvenchen aufnimmt und einem grösseren Lungenvenenstämmchen zueilt. Wie verschieden die Morphologie des oberflächlichen Bronchialnetzes auch immer sein mag, eines ist gewiss, die abziehenden Venchen münden stets in eine Lungenvene ein.

Auf Taf. I, Fig. 1, ist der Querschnitt eines feinen Bronchus abgebildet. Auf der einen Seite des Bronchus findet sich im Querschnitte ein Ast der Lungenarterie (*a*); auf der Gegenseite verläuft in einigem Abstande vom Bronchus ein Zweig der Lungenvene (*b*); in denselben mündet beinahe unter rechtem

Winkel eine aus dem Bronchus herkommende Vene *(c)* die, seitlich mit dem respiratorischen Netze im Zusammenhange steht.

Interessant ist auch der auf Taf. I, Fig. 2, abgebildete, Längsschnitt eines feinen Bronchus, der an einer Stelle (*A*) flach durch die Bronchialwand ging. Die Bronchialarterien sind roth, die Bronchialvenen blau injicirt. ***B*** repräsentirt eine kleine Knorpelplatte. Die Schleimhautcapillaren sammeln sich in ein gröberes Netz, aus dem ein Stämmchen (*a*) heraustritt, welches in ein feines Lungenvenenzweigchen (*b*) inosculirt. Über dieser Formation tritt aus dem Capillarnetze des Bronchus ein anderes Stämmchen heraus (*c*), welches sich von dem vorigen dadurch unterscheidet, dass es kleinere Lungenvenenstämmchen aufnimmt. Dass diese Venchen schliesslich in einen Lungenvenenzweig eingehen, ist am Präparate wohl nicht zu sehen, es dürfte aber diese Inosculation ausser Zweifel stehen.

An den nun folgenden dickeren Bronchien ist das oberflächliche Venennetz abermals stärker geworden und grenzt sich in Folge dessen noch schärfer gegen das Capillarnetz der Bronchialschleimhaut und gegen das respiratorische Gefässnetz ab.

Es folgt auf das Capillarnetz der Bronchialschleimhaut ein dichtes Netz der übrigen Bronchialwand und aus diesem gehen an mehreren Stellen die gröberen Sammelröhren vom Bronchus weg, um in einen in der Nähe gelegenen Lungenvenenstamm zu inosculiren. Um die in der Bronchialwand eingestreuten Knorpelstücke bilden die Venen Netze und in die letzteren begeben sich die Venen des Perichondriums. (Taf. I, Fig. 3.)

Die Venennetze der Bronchien und die aus den letzteren zu den Lungenvenenstämmen hineilenden Abzugsröhren lassen sich bis gegen die Bronchien fünfter Ordnung mit unbewaffnetem Auge präpariren und diese Methode der Darstellung ist der Methode, an Durchschnitten die Gefässe zu untersuchen, vorzuziehen, weil man grössere Flächen übersieht. Entfernt man mit Vorsicht die vor den Bronchialzweigen gelagerten Lungenvenenstämme, so braucht man nur noch eine Bindegewebsschichte abzulösen, um den Bronchialzweig rein vor sich zu haben.

Verfolgt man nun nach diesem Verfahren an einer gut injicirten Lunge einen Bronchus, so zeigt sich, dass, je feiner derselbe wird, desto dichter erscheint das ihm zugehörende Gefäss-

netz[1] und bei einiger Übung gelingt es leicht, die aus dem Netze heraustretenden und den Pulmonalvenen entgegeneilenden Venenstämme mit Scheere und Messer darzustellen.

Man findet, dass die Gefässe dieser Art in wechselnden Abständen das Bronchialrohr verlassen, um in die dem letzteren angeschlossene Pulmonalvene einzumünden. Aber nicht alle Bronchialvenchen verhalten sich so, manche inosculiren in ein Lungenvenenstämmchen, welches den Luftröhrenast überkreuzt. Ein solches Lungenvenenstämmchen kann leicht für eine Bronchialvene angesehen werden.

Übergänge von Bronchialvenen in die Venae pulmonales sollen aber nur an den feineren Bronchien vorkommen. Die der gröberen sammeln sich, wie allgemein angegeben wird, in grössere Bronchialvenen, welche die Lunge verlassen und in die Körpervenen einmünden. Nach meinen Untersuchungen muss ich mich aber dahin aussprechen, dass entlang der ganzen Verzweigung des Bronchialbaumes die Bronchialvenen und Lungenvenen Verbindungen untereinander eingehen. Selbst die, aus dem von Lungengewebe nicht gedeckten Bronchus erster Ordnung heraustretenden Venen gehen zum Theile Verbindungen mit den Lungenvenen ein.

Es liegen bekanntlich in der Lungenpforte ausser den grossen Lungenvenenstämmen noch kleinere Lungenvenenäste (Taf. IV, Fig. 11 *v*), welche aus den peripheren Antheilen der Lungen das arteriell gewordene Blut herausführen. In diese Venen münden nun rückwärts auch noch Venenstämmchen ein, welche aus der hinteren Partie des Bronchus erster Ordnung heraustreten. Um diese Inosculation ausführen zu können, müssen diese Venchen recurriren und man könnte dieselben, um sie von den anderen Bronchialvenen zu unterscheiden, die recurrirenden Bronchialvenen nennen. Diese erstrecken sich peripher bis gegen die Mitte des Bronchus.

Auf Taf. I, Fig. 5, und Taf. II, Fig. 6 und 8, sind die bisher beschriebenen Anastomosen zwischen den Lungen- und Bronchialvenen abgebildet. Fig. 5 zeigt das oberflächliche Netz

---

[1] Taf. I, Fig. 4 ist das oberflächliche Gefässnetz eines feinen Bronchus abgebildet. Die Bronchialvenen sind blau, die Arterien roth gefärbt.

eines 4 Mm. breiten Bronchus gerade an jener Stelle, wo eine Bronchialvene den Luftröhrenast verlässt, um einen Pulmonalvenenzweige entgegen zu ziehen.

Figur 6 und 8 demonstriren die feinen Bronchialvenen wie sie sich bei makroskopischer Präparation darstellen. Die sechste Abbildung zeigt die linke Lunge von vorne her betrachtet. Die Äste der Vena pulmonalis sind roth gefärbt. Die Bronchien des Oberlappens sind frei gelegt, die des unteren werden von einem Stücke des Herzbeutels (*H*) gedeckt. An den Bronchien zweiter und dritter Ordnung sieht man blau gefärbt vier Bronchialvenchen, welche in die Pulmonalvenenzweige einmünden.

Die dem Bronchus erster Ordnung zunächst liegende Bronchialvene mündet in den unteren, schwächeren Ast der Vena pulmonalis und sendet gegen den Hilus pulmonalis einen langen Zweig, der in die eigentliche Bronchialvene inosculirte. Die drei anderen kleinen Bronchialvenchen gehen in schwächere Lungenvenenzweige ein, welche die Bronchien überkreuzen. In der achten Abbildung finden sich linkerseits auch einige feine Bronchialvenen. Die obere stärkste bezieht auch Zweige aus der Wand der Arteria pulmonalis. Der Ramus superior des obersten Lungenvenenastes (*V*) ist herabgezogen, die Arteria pulmonalis sinistra (*A*) nach oben fixirt, damit die Bronchien besichtigt werden können. Im Hintergrunde erblickt man den Bronchus mit seinen primären Spaltungsästen. Der oberste von den Bronchien zweiter Ordnung wird von einer Vene gekreuzt, die aus dem oberflächlichen Gefässnetze der Arteria pulmonalis hervorgeht und sich durch Rami bronchiales, die sowohl von der Tracheal- wie Lungenseite des Bronchus kommen, verstärkt. Hierauf verlässt das einen halben Millimeter breite Gefäss die Bronchialregion und mündet unter rechtem Winkel in einen Ast der Vena pulmonalis sinistra superior ein. Im Unterlappen sieht man an den Bronchien dritter Ordnung zwei Bronchialvenchen in kleine Lungenvenenzweige einmünden. Im Gegensatze zu den in kleine Lungenvenenzweige einmündenden Bronchialvenen treten stellenweise aus den Lungenläppchen Venen heraus, die in eine Bronchialvene inosculiren. Es mündet diesfalls eine Arterie in eine Vene, doch ist zu bedenken, dass höher oben die Bronchialvenen Verbindungen mit grossen Lungenvenen ein-

gehen, wodurch das in eine Vene ergossene arterielle Blutströmchen nach einem Umwege doch wieder in seine Bahn einlenkt. —

Es war schon vorher von einem oberflächlichen bronchialen Venennetz die Rede. Dieses Venennetz umgibt die Luftröhrenäste in querer Richtung (Taf. II, Fig. 7), während das Capillarnetz der Bronchialschlagader in der Richtung der Bronchien verläuft. Da die gröberen Netze nirgends absetzen, so ist klar, dass die gesammte Ramification der Bronchien ein in Zusammenhang stehendes venöses Netz enthält, welches an den grösseren Bronchien minder dicht als an den feinen ist und stellenweise von der Umhüllungshaut der Luftröhrenäste gedeckt wird. Auch ausserhalb der Lunge findet sich an den Bronchien ein venöses Netz, welches mit den Venen der Trachea im Zusammenhange steht.

Aus dieser Beschreibung ergibt sich für die Circulation in den Bronchialvenen Folgendes: Der grössere Theil des aus den Bronchien zurückströmenden Blutes wird in die Pulmonalvenen, also in arterielle Blutbahnen ergossen. Anticipirend füge ich diesem Ausspruche bei, dass die eigentlich „Bronchialvenen" genannten Gefässe die feineren Bronchien nicht erreichen, sondern sich auf die Bronchien zweiter und dritter Ordnung beschränken und selbst dieses Gebiet gehört ihnen nicht ausschliesslich an, da ja im Bereiche der ganzen Luftröhrenverästelung feinere Bronchialvenen, somit auch solche der ersten und dritten Ordnung in die Lungenvenen eingehen.

Das Vorhandensein des vorher angeführten Netzes ist für die Regelung der Blutcirculation sehr günstig untergebracht, indem durch seine Gegenwart nicht leicht Circulationsstörungen in der Verzweigung der Bronchialvenen vorkommen dürften. Denkt man sich nämlich eine der feinen Bronchialvenen unwegsam geworden, so wird das bronchiale Netz schon Wege finden, um das Blut derselben einer nächstgelegenen andern Pulmonalvene zuzuführen. Es ist nicht einmal der Gedanke abzuwehren, dass bei Ausschluss aller in die Pulmonalvenen führenden Bronchialvenen das venöse Blut der Bronchien durch die Bronchialnetze, wenn auch viel langsamer, abfliessen könne.

Über die Qualität des in den Bronchialvenen fliessenden Blutes lässt sich leicht eine Entscheidung fällen. Reisseisen und andere erblickten in den Communicationen zwischen den Bron-

chial- und Pulmonalvenen eine weise Einrichtung der Natur; nach der Auffassung der Autoren könne das Blut in den feinsten Bronchien wegen der Wechselwirkung zur Luft gar nie venös werden und es ist auch möglich, dass dem wirklich so ist. Reisseisen hat auch hinlänglichen Grund für seine Annahme, denn wenn er auf diese physiologische Frage zu sprechen kommt, so lässt er nur aus den kleinsten Bronchien das Blut in die Pulmonalvenen überfliessen. Die Lehre von der Oxydation des Blutes in den Capillaren der Bronchialarterie allein genügt aber nicht, um die Einmündungen von Bronchialvenen in die Venae pulmonales zu rechtfertigen; denn aus den Wandungen der mittelfeinen und gröberen Bronchien fliesst doch gewiss venöses Blut ab; für die mittelfeinen Bronchien könnte man wohl anführen, dass die Einwirkung der Atmosphäre auch auf die praecapillaren Venchen übergreife; damit ist jedoch nicht viel gesagt, weil ja noch immer die gröberen Bronchien zurückbleiben, aus deren dicken Wandungen gewiss venöses Blut abfliesst. Wenn es im Sinne der Natur läge, Communicationen zwischen arteriellen und venösen Lungengefässen zu verhüten, dann müssten zum mindesten alle Venen der Bronchien erster und dritter Ordnung aus der Lunge herausbefördert werden und in eine Körpervene inosculiren. Dem ist aber nicht also und somit ergiesst sich in der Lunge venöses Blut in den arteriellen Strom.

Die Thatsache, dass venöse Gefässe in arterielle münden, steht übrigens nicht vereinzelt da, indem durch die Untersuchungen von Thebesius, Vieussens, Meckel, Abernethy und L. Langer die Einmündung von Herzvenen in den linken Vorhof und Ventrikel ausser allen Zweifel gestellt wurde. Wir müssen eben von dem Glauben abkommen, dass die Vermischung von arteriellem und venösem Blut im ausgebildeten Organismus etwas Monströses sei. Das Einmünden von venösen Gefässen in arterielle verstösst nicht gegen die Fundamentalgesetze der Natur, sondern bloss gegen die Schablone, in die wir uns einmal über die Verbindungen zwischen arteriellen und venösen Gefässen hineingelebt haben. So lange das Blut nicht zu stark mit venösem versetzt ist, wird es seine Aufgabe hinlänglich besorgen können.

Nachdem feststeht, dass, entlang der gesammten Luftröhrenverzweigung, Bronchialvenen in die Lungenvenen einmünden, ist

zu entscheiden, wie sich jene Bronchialvenen verhalten, die den Lungenhilus verlassen und in die Körpervenen einmünden. Hinsichtlich dieser Gefässe ist zu bemerken, dass sowohl an der vorderen wie hinteren Seite stärkere Venen aus der Lunge heraustreten und dem entsprechend theilen sich diese Gefässe in Venae bronchiales anteriores et posteriores. Die Venae bronchiales anteriores scheinen bisher sehr stiefmütterlich behandelt worden zu sein, indem ich nur in M. J. Weber's Anatomie eine Stelle zu finden vermochte, welche auf eine vordere Bronchialvene anspielt.

Die vorderen Bronchialvenen. (Taf. II, Fig. 8 und 9.)

Wenn man an einer durch die Vena pulmonalis injicirten Lunge die vor der Theilungsstelle der Trachea gelegenen Weichtheile ablöst, so erscheinen auf der vorderen Seite der grossen zwei Bronchien und der Trachea Venen, die streckenweise auch zwischen den einzelnen Elementen jenes Lymphdrüsenpacketes verlaufen, welches die Bifurcationsstelle der Trachea einnimmt. Bei näherer Untersuchung stellt sich heraus, dass diese Venen bis in die Bronchien zweiter und dritter Ordnung verfolgt werden können. Insoferne diese Gefässe aus der rechten und linken Lunge stammen, kann man immerhin von rechten und linken vorderen Bronchialvenen sprechen; es anastomosiren aber diese Gefässe gewöhnlich untereinander und bilden ein grösseres, bogenförmiges Gefäss. Nach diesem Befunde ist es gerade kein Fehler, wenn man statt zweier vorderen Bronchialvenen nur eine annimmt.

Die vorderen Bronchialvenen beziehen ihre feineren Zweige aus den Bronchien der primären Verästelung, aus den Bronchialdrüsen, aus der hinteren Fläche des Herzbeutels und stehen überdies durch Zweige mit den Trachealvenen und mit den im hinteren Mediastinum eingelagerten Venen in Verbindung. Verfolgt man diese Venen gegen die grossen Venenstämme, um über ihre Mündungen klar zu werden, so ergeben sich zwei Wege, auf denen sich die vorderen Bronchialvenen ihres Inhaltes entledigen. Rechterseits windet sich ein Ausläufer um den Bronchus, biegt lateral ab und geht zum oberen Antheil der Vena azygos und ein ähnlich verlaufender Ast der linken Seite mündet in eine linke hintere Bronchialvene.

Bedeutend stärkere Abzugscanäle dieser Gefässe verlassen aber gar nicht den Bereich der Bronchien und der Lungenpforte, sondern münden hier direct in die grossen Stämme der Lungenvenen ein. Dabei kommt es vor, dass ein aus einem Läppchen kommendes Ästchen der Lungenvene in die Bronchialvene inosculirt und indirect sein Blut in die Vena pulmonalis ergiesst. Öffnet man die grösseren Lungenvenenstämme, so findet man vereinzelt und in geringer Anzahl kleine Stomata, und wenn man von diesen Lücken aus eine Injection versucht, so füllen sich die vorderen Bronchialvenen. Solcher Gefässe gibt es auf jeder Seite ein bis zwei und sie besitzen ein ganz ansehnliches Caliber, da die vordere Bronchialvene im Erwachsenen bis über 2 Mm. im Querdurchmesser enthält.

Es wiederholt sich also ausserhalb der Lungen dasselbe Verhalten, welches wir in den Lungen zwischen Lungen- und Bronchialvenen beobachtet haben.

Bei diesen Präparationen habe ich auch stets eine stärkere Vene gefunden, die aus der Arteria pulmonalis, der Aorta ascendens und dem linken Vorhofe Zweige sammelte und in den linken Vorhof einmündete. In einem Falle fand ich eine Vene der linken Vorhofswand nach rechts ziehen und in die obere Hohlader einmünden.

Auf Taf. II, Fig 8 und 9,. habe ich zwei meiner Präparate abbilden lassen, welche über den Verlauf und die Mündungen der vorderen Bronchialvenen Aufschluss geben. In der einen Abbildung Fig. 8 sieht man Folgendes: An der Theilungsstelle der Trachea liegt von Lymphdrüsen umgeben eine starke Bronchialvene, welche in einen Zweig (*v*) der rechten Vena pulmonalis einmündet. Die um die Bronchien erster Ordnung gewundenen Venen *a* und *b* stellen die Verbindung mit der Azygos und der linken, hinteren Bronchialvene her; *f* sind die Anastomosen mit den Trachealvenen; die mit *d* bezeichnete Vene mündete in den linken Vorhof und die mit *e* bezeichnete zog rückwärts und inosculirte in eine Vena oesophagea.

An der zweiten Abbildung (Fig. 9) ist der linke Schenkel der vorderen Bronchialvene abgebildet. Die obere Pulmonalvene ist empor-, die untere herabgeschlagen, und zwischen beiden

erscheint der linke Bronchus mit seiner primären Verzweigung. Die vordere Bronchialvene, die bei (*a*) durchgeschnitten ist und von hier aus sich in die der rechten Seite fortsetzte, bildet an einer Stelle eine Insel und nimmt aus dem Bronchus sinister und dessen oberem Aste zwei grössere Stämmchen auf. Zu diesen kommt an der Theilungsstelle des Bronchus noch eine Vene von der hinteren Peripherie der Bronchien und die vereinigten Venen ergiessen bei *b* ihr Blut in den untersten Zweig der aus dem linken Oberlappen heraustretenden Vena pulmonalis. Eine kleinere Bronchialvene (*c*) verläuft selbstständig und mündet gleichfalls in einen Nebenzweig der oberen Pulmonalvene. An den Bronchien des linken Unterlappens verlaufen auch grössere Bronchialvenen, die bei *d* in die untere Pulmonalvene münden und mit dem vorher beschriebenen Aste der vorderen Bronchialvene in Verbindung stehen. In den unteren Zweig der Bronchialvene mündet ein kleiner Pulmonalvenenast (*e*).

Die hinteren Bronchialvenen.

Im rückwärtigen Abschnitt der Lungenpforte ziehen jederseits gewöhnlich zwei venöse Zweige aus der Lunge heraus. Der eine, obere, liegt zwischen Arteria pulmonalis und dem Bronchus oder auf diesem; der andere, untere, am unteren Rande des Bronchus, oder auf der hinteren Fläche des letzteren. Zuweilen findet man bloss eine Vena bronchialis, oder es ist eine von ihnen sehr schwach entwickelt. Die Bronchialvenen münden, nachdem sie kleinere Zweige aus den Bronchialdrüsen aufgenommen haben, zumeist rechts in den oberen Antheil der Azygos, links in die Hemiazygos accessoria, seltener in die Vena innominata. Sie stehen auch mit den Mediastinalvenen in Verbindung, doch von diesen Communicationen soll erst später die Rede sein. Ausnahmsweise verlaufen die angeführten Bronchialvenen neben der Arteria bronchialis; für gewöhnlich wird die Bronchialis von zwei eigenen, feinen Venchen begleitet, die auch aus den Bronchien zweiter und dritter Ordnung heraustreten und sich im Mediastinum mit einer oder der anderen Vena bronchialis verbinden.

In Bezug auf das Caliber können die einzelnen Bronchialvenen mit einer Arteria bronchialis nicht concurriren und dies ist

ja leicht begreiflich, wenn man bedenkt, dass es mehrere Bronchialvenen gibt, ferner dass sie nur den Bronchien zweiter und dritter Ordnung zugehören und schliesslich, dass auch aus diesen Bronchien Venchen die Bronchialvenenbahn umgehen und in die grösseren Lungenvenenstämme einmünden. An den gröberen Bronchien verlaufen die Venen anfangs parallel mit den Luftröhrenästen, werden aber oft plötzlich dünn und lösen sich im venösen Bronchialgeflechte auf. Die Erklärung für die plötzliche Schwächung dieser Gefässe ergibt sich bald bei genauer Untersuchung der Objecte. Sie hat ihren Grund darin, dass ein Hauptantheil der Vena bronchialis in eine Lungenvene übergeht und nur nebenbei noch einige venöse Zweigchen der Bronchien aufnimmt. Hebt man in einer Leiche die Lunge aus ihrer Höhle heraus und legt sie auf die Gegenseite, um die hintere Partie der Lungenpforte gut untersuchen zu können, so gewahrt man ausser den grossen Lungenvenenstämmen drei bis fünf kleine Lungenvenen (Taf. III, Fig. 11 und Taf. IV, Fig. 12*v*) aus den Lappen heraustreten und den grossen Stämmen zueilen. Oft verläuft ein solcher Ast, gewöhnlich der oberste, nachdem er die Lunge verlassen, weitab vom Hilus und windet sich auf dem Wege zum Hauptstamme um den oberen Bronchus herum. In einen dieser freiliegenden Nebenzweige der Venae pulmonales mündet nun der Hauptstamm der Vena bronchialis (Fig. 11 und 12*a*), während ihr schwächerer Zweig an den Bronchien gegen die Lunge verlauft. In diesen Fällen ist die Bronchialvene eigentlich eine Anastomose zwischen der Vena azygos oder hemiazygos und den Lungenvenen, welche an den Seiten Bronchialvenchen aufnimmt, denn der anastomotische Zweig prävalirt. Wenn die Bronchialvene vor den Lungenvenen vorüberzieht, ohne mit ihnen zu anastomosiren, und in die Lungen eingetreten ist, so findet man häufig, dass einer von ihren Zweigen (Taf. IV, Fig. 13*a*) an einem Lungenläppchen mit der diesem zugehörigen Vena pulmonalis sich verbindet. Ich möchte glauben, dass diese Anastomosenbildungen die Norm bedeuten, und dass der Ausfall der Anastomosen zu den Ausnahmen gehöre. Die Präparation dieser Zweige geht aber nicht ohne Schwierigkeiten vor sich und die Anastomosen können leicht übersehen werden, namentlich in den Fällen, wo sie sehr zart angelegt sind.

Im Übrigen ist aber zu berücksichtigen, dass gerade in diesen Gefässbezirken zahlreiche Varietäten sich bilden können, weil die reichlichen Anastomosen zwischen den Lungen- und Bronchialvenen das Zustandekommen von Varietäten begünstigen. Es liegt in allen diesen Fällen kein eigentlicher Defect oder im Gegensatze ein accessorisches Gefäss vor, sondern es ist einmal dieser, ein andermal wieder ein anderer Schenkel des Gefässnetzes zu einer besseren Entwicklung gelangt oder in der Entwicklung zurückgeblieben. Physiologisch bleibt es sich ganz gleich, ob die Inosculation da oder dort erfolgt, Postulat ist, dass sie vorhanden sei. Diesen Umständen ist es zuzuschreiben, dass selbst der Hauptstamm der Bronchialvenen ganz fehlen kann. D. A. Wohlfahrt[1] schreibt: „Vena bronchialis nec absolute necessaria, quippe in aliis partibus, e. g. in hepate arteria hepatica nullam peculiarem sociamque sibi vindicat venam"; und in einer Abhandlung von E. F. Gurlt[2] fand ich eine Stelle, welche die Bronchialvenen behandelt und daselbst heisst es: „hae venae in cadavere aberant, quo pulmones solito majores conspiciebantur? (Wilson philosoph. Transact. 1798, p. 346.)" Ich selbst habe ähnliche Fälle bei aller Variabilität der Bronchialvenen bisher nicht beobachtet. Die Anastomosen zwischen den Lungenvenen und den Bronchialvenen sind als Varietäten auch bereits beschrieben worden. So sah A. v. Haller zweimal die rechte Bronchialvene aus der rechten Lungenvene entspringen und Fickel sah einmal die linke Bronchialvene mit der linken, unteren Pulmonalvene in Anastomose.

Neben den grösseren Bronchialvenen, die auch aus dem Netze des Bronchus Zweige erhalten, treten an der hinteren Seite des Bronchus auch noch feinere Venen hervor, die eine gewisse Selbstständigkeit bewahren. Eine Art dieser Gefässe habe ich bereits erwähnt, es waren dies recurrirende Gefässe, (Taf. IV. Fig. 12*r*). die in die Lungenvenen einmünden. Zu diesen gesellen sich noch andere (Taf. IV, Fig. 12 *b*), die eine entgegengesetzte Richtung einschlagen und in eine Vene des Aortennetzes einmünden. Diese Venen sind nicht stets vorhanden, zuweilen

---

[1] L. c.

[2] De venarum deformitatibus, Vratislaviae 1819.

gibt es ihrer zwei bis drei und bei guter Ausbildung reichen sie bis gegen die Mitte des Bronchus.

Die Frage, welche Richtung die Blutströmung in den zuletzt beschriebenen weiten Anastomosen zwischen Vena pulmonalis und bronchialis einschlägt, ist nicht ganz leicht zu beantworten. Ich wiederhole nochmals und die Abbildungen auf Taf. III und IV zeigen es auch ganz klar, dass wir es hier nicht mit einfachen Einmündungen von Venen in Arterien zu thun haben, sondern mit Anastomosen, in welche aus den umliegenden Geweben feinere Venenäste einmünden. Die Richtung der in die letztere Vene einmündenden kleineren Gefässe weist darauf hin, dass der venöse Blutstrom gegen die Vena pulmonalis gerichtet sei, aber es ist nicht auszuschliessen, dass unter bestimmten Bedingungen Blut der Vena pulmonalis die entgegengesetzte Richtung einschlägt.

Mit den bisher beschriebenen Verbindungen zwischen der Lungenvene und der Vena bronchialis sind die in die Lungenvenen mündenden, venöses Blut führenden Gefässe noch nicht erschöpft. Es gibt im hinteren Mediastinum noch andere Gefässe, die sich ähnlich der Bronchialvene zur Vena pulmonalis verhalten und deren Beschreibung eine Berücksichtigung aller im hinteren Mediastinum gelegenen Venen erfordert.

Über die im hinteren Mediastinum gelegenen Venen und über deren Anastomosen mit den Lungenvenen.

Wenn mit einer bis in die Capillaren vordringenden Injectionsmasse die Lunge von den Lungenvenen aus gut eingespritzt wird, so füllen sich alsbald die der Lunge eigenen venösen Gefässe, ferner die Venen der Speiseröhre, der Aorta, des Zwerchfells, der Pleura, des Herzbeutels, schliesslich auch noch die Verzweigung der Pfortader, und die Präparation ergibt, dass die aufgezählten Venen mit einander anastomosiren. Der dichteste Antheil des mediastinalen Geflechtes gehört der Aorta an und war theilweise schon A. v. Haller[1] bekannt; denn er schreibt, wie ich auch bereits Gelegenheit nahm zu citiren: „bronchialis — vena — plerumque non simplex est, et cum intercostali ramo in ipsa aorta rete

[1] Icon. anat. part. corp. hum. fabr. III, Göttingae 1774.

facit, neque raro plures ex eo rete bronchiales sinistrum pulmonem adeunt.“ Das Aortengeflecht setzt sich aus fünf bis neun stärkeren Venen zusammen, welche in circulärer Richtung das arterielle Gefäss umschlingen, untereinander durch auf- und absteigende Zweigchen anastomosiren, so dass ein Netz zu Stande kommt. Die constituirenden Theile dieses Netzes sind theils Abzugscanäle benachbarter Organe, wie des Zwerchfells, der Speiseröhre, des Herzbeutels, der Pleura, theils wie im oberen Antheile Ausläufer der Bronchialvenen und auch die Vena hemiazygos accessoria ist insoferne in den Bereich des Geflechtes einbezogen, als es die Aorta kreuzt und mit kleinen Zweigchen des Geflechtes anastomosirt. Ein zweites System von Venen des Aortengeflechtes stammt aus den Häuten des grossen arteriellen Gefässes selbst, und verbindet sich mit dem Hauptnetze. Das Aortennetz setzt sich in’s hintere Mediastinum als ein weniger dichtes Netz fort, welches letztere bis an die Lungenwurzel reicht und seinen Inhalt theils in die Azygos und Hemiazygos, theils in die Lungenvenen ergiesst. Dieses mediastinale Venennetz ist in Bezug auf seine Form und die Ausbildung seiner einzelnen Venenstämme ziemlich variant. Es bildet sich eben einmal ein Schenkel des Netzes besonders aus und die anderen Theile des Netzes treten mehr in den Hintergrund; ein andermal wieder ist es mehr gleichmässig in allen Theilen entwickelt und es führt einmal die grössere Menge seines Blutes in die Körpervenen, ein andermal in die Lungenvenen ab. Linkerseits ist es gewöhnlich stärker als rechterseits ausgebildet.

Das mediastinale und Aortennetz wird gebildet:

a) Von mehreren Zweigen, die aus dem Bruststücke der Speiseröhre hervorgehen, in mehr querer Richtung lateralwärts ziehen und untereinander durch auf- und absteigende Äste anastomosiren (Taf. IV, Fig. 12 *dd'*);

b) durch Rami diaphragmatici, die an der oberen Fläche des Zwerchfelles austreten (Taf. IV, Fig. 12 *e*);

c) durch Venae oesophageae et diaphragmaticae, die aus dem unteren Antheile der Speiseröhre, aus der sehnigen und muskulösen Portion des Zwerchfelles emporsteigen, mit der Cava inferior anastomosiren und die Richtung gegen die untere Lungenvene einschlagen, um schliesslich in dieselbe einzumünden;

d) von Ästen der Vena bronchialis inferior (Taf. IV, Fig. 12*a*); und:

e) von kurzen Venen, die aus dem Bronchus erster Ordnung hervortreten, um in verschiedener Weise in das Netz zu inosculiren (Taf. IV, Fig. 12*b*.). Es ist überdies bemerkenswerth, dass die gegen die Brusthöhle gerichteten Zweige der Zwerchfellvenen durch weite Verbindungen mit den auf der Bauchfläche des Zwerchfells sich verzweigenden Venen anastomosiren, und entlang der Speiseröhre die dem Brustnetze zugehörigen Zweige der Speiseröhre mit den Magenvenen in directem Verkehre stehen. Zu diesen Anastomosen gesellen sich noch andere zwischen der oberen linken Vena gastrica und der Vena phrenica (Taf. IV, Fig. 15*g*), wodurch auch auf eine zweite Art die Mediastinalvenen mit den Visceralvenen des Bauchraumes in Verkehr stehen. Je nachdem die eine oder andere Partie des Mediastinalnetzes vorwiegt, sieht man eine starke Vena oesophagea oder phrenica in die Vena pulmonalis inferior oder in die Körpervenen einmünden.

Das in die Vena pulmonalis ziehende Gefäss windet sich oft von hintenher um die grosse arterielle Vene herum und mündet an ihrer vorderen Peripherie ein.

Das Netz anastomosirt auch oben an der Theilungsstelle der Trachea mit den vorderen Bronchialvenen. Ausser diesen Ästen enthält das mediastinale Netz noch Zweige, die nicht im Hilus pulmonalis in eine Lungenvene inosculiren, sondern aus der Lunge selbst heraustreten, eigentlich aber dem oberflächlichen Netze der Lunge angehören. Diese Gefässe treten aus dem unteren Antheile des spitzig zulaufenden Lungenhilus oder aus dem Lungengewebe in den Bereich der Lungenpforte selbst heraus; sie sind lang gestreckt und in Bezug auf ihre Ausbildung mannigfachen Variationen unterworfen. Ihr Vorkommen lässt sich aus der Anatomie des oberflächlichen Gefässnetzes der Lunge leicht ableiten. An dem oberflächlichen Lungennetz participiren, wie Reisseisen nachgewiesen, die Lungenarterien, die Bronchialschlagadern und die Lungenvenen. Die Äste der Vena pulmonalis verlaufen zwischen den Lungenläppchen bis an die Oberfläche der Lunge und setzen sich hier mit Gefässen der Pleura zusammen.

Aus diesem Netze recrutiren sich nun mehrere feine Zweige, welche aus der Lunge heraustreten und in die Mediastinalvenen inosculiren. Ist einer dieser Verbindungsäste stärker entwickelt, so kann man sehen, dass das Gefäss nicht aus der Pleura allein Äste bezieht, sondern in das Lungenparenchym eindringt und sich hier mit feinen Zweigen der Lungenvenen oder mit einem stärkeren Lungenvenenaste verbindet. Sind diese Gefässe hingegen schwach entwickelt, so hat es den Anschein, als verzweigten sie sich nur in der Pleura. Treten an der Oberfläche der Lunge Venchen in das Lungenparenchym ein, so ist damit ihre Verbindung noch nicht declarirt; denn sie gehen oft in einen freigelegenen Lungenvenenast, oft dringen sie durch die Lungensubstanz gegen einen kleineren Ast der Vena pulmonalis vor, oder sie übergehen in das venöse Netz eines unteren Bronchus, wodurch es zur Etablirung einer Vena bronchialis infima kommt. Ich habe mich in den Fällen, wo z. B. eine oberflächliche Vene in einen grossen Lungenvenenzweig inosculirte bestrebt, Verbindungen mit feineren Lungenvenenstämmen und den Bronchialvenen zu finden, doch scheiterten meine Versuche an der Zartheit der abzweigenden Gefässe. Der Wechsel in der Inosculation der gröberen Verbindungen lässt jedoch vermuthen, dass alle angeführten Gefässbezirke untereinander in Verbindung stehen. Die Untersuchung von 30 Leichen hat in 21 Fällen weite Anastomosen zwischen den Lungenvenen und den Venen des Mediastinums und 27 Mal auch die feinen die Lungenoberfläche durchsetzenden Venchen ergeben. Letztere Gefässe hat schon J. G. Albrecht in einer durch die Pulmonalvenen injicirten Lunge beobachtet. Er sah nämlich einen das Lungengewebe durchsetzenden venösen Zweig, der in die Mediastinalvenen einmündete und ist der Meinung, dass es auch für gewöhnlich Verbindungen zwischen den Lungengefässen und denen des Thorax gebe. Ich selbst habe die Schrift Albrecht's nicht zu Handen bekommen und citire daher M. Portal, in dessen Geschichte der Medicin es heisst: „En injectent la veine pulmonaire gauche, Albrecht a remarqué, que l'injection passoit dans une veine, qui perce la plevre a quatre ou cinq pouces des vertébres et qui recoit des branches des parties environs. Il pense qu'il y a toujours une communication entre les vaisseaux pulmonaires et ceux du thorax."

Auf den Taf. III und IV, Fig. 10, 11 und 12 ist das Mediastinalnetz der rechten und linken Seite abgebildet. Fig. 10 zeigt das Netz der linken Seite, wie es sich darstellt, wenn man die linke Lunge aus ihrem Raume heraushebt und die Pleura belässt. Die lichter gefärbten Venen liegen tiefer als die dunkler gefärbten. Die feinen Ästchen zwischen der Lunge und der Aorta gehören der Pleura und dem Pericardium an.

In Fig. 11 sind einzelne grössere Zweige des mediastinalen Netzes der rechten Seite abgebildet. Um die Bronchien ziehen einzelne Venen aus der Lunge heraus, von welchen zwei grössere Zweige die Bronchialarterie begleiten. Bei *a'* inosculirt ein Stamm der Bronchialvenen in einen in der Lungenpforte freiliegenden feineren Lungenvenenzweig. Die Bronchialvenen anastomosiren mit einem stärkeren Ast (*b*) des mediastinalen Netzes, welches auch in einen schwächeren Lungenvenenast inosculirt. Die vom Zwerchfell emporziehende, mit den Venae oesophageae anastomosirende Vene *c* perforirte die Lungenoberfläche und mündete gleichfalls in einen Lungenvenenast. Um diese Anastomose zu erhalten, musste eine Partie von Lungensubstanz entfernt werden.

Fig. 12 repräsentirt den linken Antheil der mediastinalen Venen, von dem dichten Aortennetze ist ein Theil abgebildet. Mit den Lungenvenenästen anastomosiren drei grössere Venen; oben die Vena bronchialis, in der Mitte ein Ast *f*, der sich mit kleineren Bronchialvenen und Venen der Speiseröhre verbindet und unten eine dritte Vene *c c*, die ihre Nebenzweige aus dem Zwerchfell und der Speiseröhre bezieht.

Um die Variationsfähigkeit der Venen zu zeigen, lasse ich überdies die Beschreibung von einigen Fällen folgen:

1. Es winden sich linkerseits um die Aorta acht grössere Venenstämme herum, die in die Hemiazygos einmünden. Die oberste dieser Venen recrutirt sich aus der Vena bronchialis, nimmt aus dem Bronchus drei starke Äste auf und zieht im weiteren Verlaufe als Hemiazygos superior gegen die Vena innominata sinistra empor. In einem Ast der unteren, linken Pulmonalvene mündet eine starke Vene, die sich im Mediastinum aus zwei Zweigen zusammensetzt, von welchen der untere aus dem Zwerchfelle stammt, der obere vor der Speiseröhre lagert. Beide verbinden sich lateralwärts mit dem Aortengeflecht. Das grobmaschige

mediastinale Netz nimmt zahlreiche Zweige aus der Pleura, den Lymphdrüsen und der Speiseröhre in sich auf. Für die rechte Seite bemerke ich bloss, dass aus der unteren Lungenvene ein Ast heraustrat, der sich ähnlich wie auf der nachbarlichen Seite in zwei Zweige spaltete, die vor der Speiseröhre und der Aorta gegen die Azygos hinzogen.

Die hinteren Bronchialvenen formiren einen dicken Gefässstamm, der einerseits in der Lunge in einen starken Pulmonalvenenast inosculirt und andererseits in die Vena subclavia dextra einmündet.

2. Im rechten Antheile des mediastinalen Netzes ist eine Vene ganz besonders entwickelt. Sie tritt mit drei distant stehenden Ästen aus dem Gewebe der Speiseröhre hervor und zieht bis zum obersten Stücke der Vena azygos empor, um in diese einzumünden. Eine aus dem Zwerchfelle stammende Vene begibt sich auch in den oberen Antheil des Mittelfellraumes und mündet unter der vorigen auch in die Vena azygos. Diese Vena phrenica anastomosirt mit der starken Vena oesophagea, schickt einen Ast zur Mitte der Azygos, nimmt zahlreiche Venchen aus der Pleura und dem Pericardium auf und verbindet sich überdies noch mit der Vena pulmonalis dextra inferior. Bronchialvenen sind zwei zugegen; die obere lagert am Bronchus, bildet eine Insel, geht peripher grösstentheils in einen Lungenvenenast über und mündet auch in die starke Vena oesophagea. Die untere, dabei stärkere Vena bronchialis, die ihr Blut gleichfalls in die Speiseröhrenvene ergiesst, verlauft am Bronchus des rechten Unterlappens und nimmt mehrere Lymphdrüsenäste auf.

Linkerseits tritt mit zwei Wurzeln eine starke Vene aus dem Zwerchfell hervor, windet sich um die Aorta thoracica und mündet in die Vena hemiazygos. Eine zweite Vena phrenica recrutirt sich aus dem sehnigen Antheil des Zwerchfells, sendet einen langen anastomotischen Zweig zur linken unteren Pulmonalvene, nimmt einen starken Zweig aus der Speiseröhre auf, schlägt sich in der Mitte des Thorax auch um die Aorta und mündet in die Vena hemiazygos. Bevor dieser Zweig in die Hemiazygos mündet, schickt er einen sehr feinen Ast ab, der im Bereiche der unteren Pulmonalvene das Lungengewebe durchbohrt und in einen kleinen Lungenvenenast einmündet. Der den Bronchus des linken Unter-

lappens begleitende Ast der Vena bronchialis entwickelt sich überdies aus einem dichten Venennetze der Bronchien, welches theilweise von den äusseren Schichten des Bronchus gedeckt wird und verbindet sich mit einem in der Lungenpforte freiliegenden Lungenvenenaste.

Der Hauptstamm der Vena bronchialis anastomosirt im Hilus pulmonalis mit einem Ast der Vena pulmonalis sinistra inferior und sendet neben den Ästen des Vagusgeflechtes seine Zweige dem mediastinalen Venennetze zu. Aus dem Bronchialnetze treten auch kleinere Venenstämme hervor, die direct dem Aortennetze inosculiren.

3. Rechterseits findet sich im hinteren Mittelfellraum eine mächtige, an der Speiseröhre emporziehende Vena oesophagea, welche in den Hauptstamm der rechten unteren Pulmonalvene einmündet und durch feine Zweige mit dem mediastinalen Venennetze anastomosirt. Linkerseits geht aus dem unteren Antheil des Aortengeflechtes ein starker Ast hervor, der die Aorta kreuzt, zur Lungenpforte hineilt, sich um die untere linke Lungenvene herumschlägt, an der vorderen Partie des Lungenhilus aufwärts zieht und in den unteren Ast der oberen Lungenvene einmündet. Vor der Inosculation nimmmt sie noch ein stärkeres venöses Bronchialgefäss auf.

4. In einem Embryo fand ich linkerseits einen langen Zweig der mediastinalen Venen in den unteren Ast der Vena pulmonalis sinistra inferior eingehen. Eine höher oben gelegene Vene des Netzes inosculirte in einen oberen Aste der linken unteren Lungenvene.

5. Die Vena bronchialis sinistra zieht am Bronchus erster und zweiter Ordnung gegen die Lunge und spaltet sich an der hinteren Fläche des der letzteren Ordnung in zwei Zweige. Der obere von diesen windet sich um den Bronchus, gelangt an dessen vordere Fläche, überschreitet hier den Bronchus dritter Ordnung, dringt in das Lungengewebe ein und inosculirt in einen Ast der Pulmonalvene. Diese Vene nimmt gleich dem anderen Aste der Vena bronchialis zahlreiche kleinere Zweige aus den Luftröhrenästen auf. Die Bronchialarterie wird von zwei Venen begleitet, die sich später verbinden. Der Verbindungsast zieht oberhalb der Vorigen gegen die Vena hemiazygos accessoria. Zwischen den beiden Venae bronchiales existirt ein zartes Venennetz vor der Aorta.

6. Rechterseits wird die Arteria bronchialis von zwei Venen begleitet, von welchen die an der oberen Peripherie der Arterie hinziehende die stärkere ist. Die obere Vene theilt sich an der Bifurcation des Bronchus in zwei Zweige; der eine zieht am Bronchus selbst gegen die Lunge und inosculirt im Lungenparenchym in einen Ausläufer der Vena pulmonalis; der zweite verbindet sich gerade da mit einem Aste der Lungenvene, wo sich diese aus einem Büschel von feineren Lobularvenen zusammensetzt. Die der unteren Peripherie der Bronchialschlagader folgende Vene lagert am Bronchus und geht in dessen Netz auf.

Aus dem bisher beschriebenen Verhalten der Bronchialvenen und der Mediastinalvenen zu den Lungenvenen ergibt sich, dass der Anastomosencomplex der Vena pulmonalis mit nachbarlichen Venen ein sehr reichhaltiger ist. Von ihrem Beginne an in den Lungenläppchen bis zur Einmündung in den linken Vorhof geht sie zahlreiche Verbindungen ein. Vorerst an den feinen Bronchien, hierauf an den gröberen Luftröhrenstämmen und dem Bronchus erster Ordnung. Die aus dem vorderen Bereich der Lungenpforte heraustretenden Bronchialvenen münden hauptsächlich in die Lungenvenen. Die Hauptstämme der hinteren Bronchialvenen inosculiren gleichfalls in die Pulmonalvenenäste und zu all diesen Verbindungen treten noch Venen hinzu aus den nachbarlichen Organen: wie die einzelnen Venenstämme der Speiseröhre, des Herzbeutels etc. Zuweilen gelingt es auch an der vorderen Fläche der Lungenpforte, die Einmündung von Venen in die Lungenvenen zu beobachten. Gar nicht selten zweigt sich nämlich von der Seitenfläche des Herzbeutels eine Vene ab, welche mit einem Lungenvenenzweige anastomosirt (Taf. II, Fig. 6.). Stauungen in einem Verbreitungsbezirke der Vena pulmonalis dürften dieser reichlichen Anastomosen halber nicht so leicht zu Stande kommen. Diese Befunde beweisen überdies, dass venöse Gefässe ihr Blut in arterielle ergiessen, und dass also physiologischer Weise eine Vermischung zwischen arteriellem und venösem Blute auch im Erwachsenen zur Regel gehört.

Man sagte früher, das Blut der feinen Bronchien könne wegen der Beziehung zur Luft nicht venös werden, darum ergiessen sich naturgemäss die arterielles Blut führenden Venae bronchiales in die Lungenvenen. Die grossen Venen der gröberen Bronchien

müssen hingegen in eine Körpervene inosculiren, weil in ihnen venöses Blut circulire.

In diesem Ausspruche liegt, wie schon bemerkt, ein gewisser Widerspruch, denn mit der Oxydation in den Bronchialcapillaren ist noch nicht genug geleistet; diese müsste zum mindesten an den feineren Bronchien sich auch auf die in der Bronchialwand verlaufenden Venen erstrecken und selbst wenn dies der Fall wäre, dann blieben noch immer die Bronchien der primären Verzweigung zurück, für deren Wandgefässe ein Contact mit der Atmosphäre jedenfalls auszuschliessen ist. Läge es im Sinne der Natur, Communicationen zwischen venösen und arteriellen Gefässen zu verhüten, dann müsste alles aus den Bronchien erster bis vierter Ordnung abfliessende, venöse Blut aus der Lunge herausgeschafft werden. Da dem nicht so ist, da erwiesenermassen selbst aus den primären Bronchien Blut in die Venae pulmonales überfliesst, so unterliegt es keinem Zweifel, dass in der Lunge dem arteriellen Blute venöses beigemengt wird. Wenn wir aber selbst annehmen wollten, dass das gesammte aus den Luftröhrenverzweigungen stammende Blut wegen des Contactes der Bronchialcapillaren mit der Luft arteriell werden müsse, so bleibt noch immer ein zweites System von Gefässen (Mediastinalvenen) übrig, die jedenfalls venöses Blut in die arterielle Bahn ergiessen. Die Ansicht der Autoren über das Geschiedensein der arteriellen und venösen Blutbahnen ist daher aufzugeben. Sie konnte sich überhaupt nur erhalten, weil man nicht mit neuen Arbeiten, sondern mit dem althergebrachten Schema daran ging, die bereits gefundenen Communicationen zu kritisiren.

Bei Durchsicht der Literatur zeigt sich, dass über abnorme Verbindungen zwischen den Lungen- und Körpervenen bereits eine Reihe von Beobachtungen vorliegt, doch ist man auf das Wesen der Sache, auf die Erklärung dieser Beobachtungen nicht weiter eingegangen, sonst würden die Bahnen, auf Grund deren sich die Varietäten entwickelten, schon früher bekannt worden sein.

Ueber eine abnorme Verbindung zwischen der rechten, oberen Lungenvene und der oberen Hohlader berichtet schon Winslow.[1]

---

[1] Citirt in J. Arnold's Abhandlung: Ein Fall von Cor triloculare etc. Virch. Arch., Berlin 1868.

Gunz[1] hat die Bronchialvene mit der Pulmonalvene in Anastomose gefunden. Böhmer[2] soll Verbindungen zwischen der Azygos, den Pulmonalvenen und den Bronchialvenen beobachtet haben. Nach S. Th. Sömmering[3] begibt sich bisweilen in die rechte obere Lungenvene oder in den Lungenvenensack selbst, eine aus der Substanz der Lunge und den Saugaderdrüsen der Luftröhre kommende Vene. M. J. Weber[4] fand bei einem an Carcinoma oesophagi verstorbenen, 60jährigen Manne einen aus der linken Lunge herauskommenden Venenstamm, der in die Cava superior einmündete und hat diesen Fall auch abbilden lassen.

J. Arnold[5] hat an der Leiche eines 15 Tage alten ♀ missbildeten Kindes nebst anderen Varietäten eine Communication zwischen den Lungenvenen und der Pfortader gefunden. Es sammelten sich in diesem Falle die Lungenvenen zu einem 3 Ctm. langen und 7 Mm. im Querdurchmesser besitzenden gemeinsamen Gang, welcher hinter dem Herzen durch das Diaphragma zu dem hinteren Leberrand und neben dem obliterirten Ductus venosus Arantii auch zur Leberpforte verlief. Diese Vene anastomosirte mit dem Ductus venosus und spaltete sich schliesslich in drei Äste, welche zur Pfortader hinzogen. Die Vena hepatica dextra und media mündeten selbstständig in den rechten Vorhof. Eine Erklärung über diese abnorme Communication konnte Arnold nicht abgeben.

Arnold citirt in seiner Abhandlung einige Autoren, die ähnliche Fälle beobachteten. So sah Chassinat die rechte Lungenvene das Zwerchfell durchbohren und in die untere Hohlader einmünden und Ramt Ramsbotham beobachtete die linke Pulmonalvene in die linke Vena subclavia, die rechte in die Pfortader einmündend.

W. Gruber[6]) berichtet über einen Fall von Einmündung der Vena pulmonalis dextra superior in die Cava superior. Es ist dies der zweite bis jetzt gekannte Fall dieser Art, da schon Wilson

---

[1] M. Portal. l. c.

[2] M. Portal. l. c.

[3] Vom Bau des menschlichen Körpers. Bd. IV. Frankfurt a. Main 1792.

[4] Über die Varietäten der Venen. Meckel's Arch. Leipzig 1829.

[5] L. c. W.

[6] Ein Fall von Einmündung der Vena pulmonalis dextra superior in die Cava superior. Virchow's Arch., Bd. 68, Berlin 1876.

einen ähnlichen beschrieb. Über den Sectionsbefund des Wilson'schen Falles entnahm ich aus Gruber's Arbeit, dass es sich um ein monströs gebildetes Kind handle. Die Vena cava superior hatte an ihrem Anfange links die Vena azygos und weiter abwärts, über der Theilung der Arteria pulmonalis in die Arteria pulmonalis dextra und sinistra rechts den Truncus venarum pulmonalium aufgenommen, dessen rechten Ramus art.[1]) pulmonalis dextra hinter der Aorta ascendens und der Arteria pulmonalis dextra, deren linker Ramus — Art. pulmonalis sinistra — aber hinter der Vena cava superior nach rechts verlief, um mit der Vena pulmonalis dextra zum Truncus venarum pulmonalium sich zu vereinigen. Gruber selbst fand an der Leiche eines Mannes rechterseits drei Venae pulmonales, von welchen die obere mit drei Ästen aus dem Hilus hervortrat und einen 1 Ctm. langen und 1·8 Ctm. weiten Stamm bildete, welcher an der Seitenwand der Vena cava superior unter der Öffnung der Azygos einmündete. Die übrigen Pulmonalvenen der rechten Seite mündeten normal. Im Verlaufe der Besprechung dieses Falles sagt Gruber: „Ob Anastomosen zwischen der Vena cava superior und der Vena pulmonalis dextra superior, die Winslow signalisirt haben soll, vorkommen oder nicht, ist noch auszumitteln.“ Einen ähnlichen Fall von Einmündung der rechten oberen Lungenvene in die obere Hohlvene hat in jüngster Zeit C. Gegenbaur[2] veröffentlicht. W. Krause[3] führt unter den Varietäten der grossen Venen Verbindungen zwischen dem System der Vena cava superior und den Venae pulmonales oder dem Atrium sinistrum an. Er schreibt: „Dieselben kommen öfters bei Missbildungen vor; es sind jedoch auch einige Fälle bekannt, wo kleinere oder grössere Communicationen, ohne Krankheitserscheinungen zu veranlassen, bestanden haben. Unter den aufgezählten Varietäten sind: „Die Vena coronaria magna mündet in das Atrium sinistrum.“ (Lindner, Deffray.)

„Die Vena cava superior nimmt die Vena pulmonalis dextra auf.“ (Meckel.)

---

[1] Soll wohl Vena heissen.

[2] Morph. Jahrbuch. Bd. VI, Leipzig 1880.

[3] Varietäten der Körpervenen in Henle's Handbuch der Gefässlehre. Braunschweig 1876.

„Es sind zwei Venae cavae superiores vorhanden, die sinistra mündet in das Atrium sinistrum.“ (Hyrtl.)

„Die Vena cava superior sinistra ist rudimentär vorhanden; sie stellt einen dünnen Communicationsast zwischen der normal entwickelten Vena jugularis transversa oder Vena anonyma brachiocephalica sinistra und der Vena pulmonalis sinistra inferior dar. Sie nimmt sechs kleine Venae pulmonales superiores sinistrae auf. Die Cava superior sinistra mündet in das Atrium sinistrum (Gruber, Luschka). In einem jüngst erschienenen Werke von W. Krause[1] finde ich noch die Bemerkung: „Eine Vena bronchialis mündet (selten) in die Vena pulmonalis dextra superior, oder an der Einsenkungsstelle in das Atrium sinistrum.“

Ausser diesen Befunden liegen in der Literatur noch Beschreibungen von Fällen vor, in welchen es sich um Anastomosen zwischen der Arteria bronchialis und den mediastinalen Venen, oder um Verbindungen zwischen den Pulmonalvenen und den Bronchialschlagadern handelt. Winslow berichtet sub Nota 120 und 121 seines Tractatus de pectore: „Anno 1719. Manifestum admodum anastomosin sive communicationem inter ramulos venae pulmonalis sinistrae atque ramulos arteriae oesophageae, quae a prima arteria intercostali sinistra, conjunctim cum arteria bronchiali ejusdem lateris procedebat, vidi. Eodem anno aut anno 1720 communicationem sive anastomosin arteriae bronchialis sinistrae cum vena azygos inveni. Anno 1721. Mense Aprilis ramulum arteriae bronchialis sinistrae cum corpore hujus venae anastomosin alere insuper observavi.“

Aus dem Citate geht hervor, dass Winslow bei seinen Zergliederungen abnorme Verbindungen der Lungenvenen fand, ja dass er sogar directe Uebergänge zwischen Bronchialarterien und Mediastinalvenen beobachtete. Anzunehmen Winslow habe sich geirrt, dazu haben wir bei der bewährten Meisterschaft des berühmten Anatomen keinen Grund.

Bei Eintheilung der angeführten Fälle, mit Ausnahme der letzteren von Winslow beobachteten, ergeben sich drei Gruppen:

Gruppe 1. Einmündung der Bronchialvene in einen Lungenvenenast. (Gunz, Böhmer, Krause).

---

[1] Anatomische Varietäten. Hannover 1880.

Gruppe 2. Einmündung einer Lungenvene in die obere Hohlader. (Winslow, Weber, Wilson, Gruber, Gegenbaur.)

Gruppe 3. Einmündung einer Lungenvene in die Pfortader. (Arnold, Ramsbotham).

Die erste Gruppe enthält normale Fälle. In den Fällen der zweiten Gruppe handelt es sich nicht allein um eine abnorme Communication, sondern auch um einen Defect, weil sich die Lungenvenen nicht in den linken Vorhof begaben.

Für die Fälle der dritten Gruppe möchte ich mir zu bemerken erlauben, dass zwischen den Lungenvenen und den Lebergefässen schon normaler Weise eine indirecte Verbindung existirt. Es anastomosiren nämlich die Lungenvenen mit den Venen des hinteren Mittelfellraumes, die letzteren mit den Venae diaphragmaticae und diese wie bekannt mit den Gefässen der Leber. Ich habe auch bereits erwähnt, dass bei einer gelungenen Injection der Pulmonalvenen die Einspritzung bis in die Venen des Bauchraumes übergeht. Denkt man sich nun von diesem grossen Gefässnetze eine Partie mächtig entwickelt, so erhält man ein Gefäss, welches gegen die Leber hinzieht, in die Gefässe des letzteren Organes inosculirt, und dies würde, wenn auch nicht auf das klarste, so doch einigermassen den Arnold'schen Fall aufklären.

Für die Erklärung des Falles von Chassinat bietet das mediastinale Venennetz genügende Anhaltspunkte, da dieselbe Anastomose normaler Weise schon durch die Verbindung zwischen Lungenvenen und Zwerchfellvenen im Kleinen vorgebildet ist.

Fasse ich das Gesammtergebniss meiner Untersuchung kurz zusammen, so ergibt sich, dass die Pulmonalvenen von den feinsten Zweigen angefangen bis an ihre Einmündungen in den linken Vorhof in ausgebreiteter Weise mit den Bronchialvenen zusammenhängen und überdies noch mit dem mediastinalen Venennetze anastomosiren.

Dieser Anastomosencomplex der Lungenvenen würde sich leicht erklären, wenn bekannt wäre, welcher Art das Gefässsystem der primären Anlage ist und wie sich aus demselben das respiratorische Netz entwickelt. Leider ist die Entwicklungsgeschichte noch nicht im Stande, hierauf eine genügende Antwort zu geben. Nach den Untersuchungen von J. F. Meckel[1] ist es

[1] Beiträge zur Bildungsgeschichte des Herzens und der Lungen der Säugethiere. Meckel's Arch., Bd. II.

gewiss, dass anfänglich in der Lungenanlage sich Gefässe verzweigen, die mit den respiratorischen Gefässen nichts zu thun haben; denn die Arteria pulmonalis ist noch nicht entwickelt, dafür gehen aber aus dem unteren Theile der Brustaorta Äste hervor, welche, sobald die eigentlichen Lungenäste auftreten, entweder ganz verschwinden, oder als Bronchialpulsader persistiren. Dieser Nachweis ist nach Meckel's Anschauung von Wichtigkeit, weil sich aus demselben die Beobachtung, dass aus dem unteren Theile der Aorta eine dritte Lungenarterie entsprang, erklären lässt. Diese Beobachtung scheint zugleich mit Gewissheit zu beweisen, dass der Ersatz einer Lungenarterie durch die Arteria bronchialis ein Stehenbleiben auf einer früheren Bildungsstufe zu bedeuten habe. Über das Verhalten der Blutgefässe zur primären Anlage der Lunge, so wie auch über die Entwicklung der Lungenvenen, desgleichen darüber, wie sich diese verschiedenen Gefässbezirke einerseits zu einander stellen und andererseits ob und in welcher Weise die theilweise Rückbildung der primären Gefässe erfolgt, liegen keine bestimmten Untersuchungen vor. Bei genauerer Kenntniss der Entwicklungsgeschichte wird sich wahrscheinlich ergeben, dass die Verbindungen der Lungengefässe mit den bronchialen und mediastinalen, insbesondere aber die der letzteren bloss Reste von reichlichen Anastomosen sind, die vorher zwischen Lungen- und Körpervenen bestanden haben. Wenn dem so ist, wenn die Verbindungen Reste von reichlichen Anastomosen sind, so ist die Variabilität in Bezug auf Localität und Stärke der Anastomosen leicht erklärt.

Die Annahme, dass der reichliche Complex von Anastomosen zwischen den Lungen- und Bronchialvenen der Circulation in den Luftröhrenverzweigungen zu Statten kommen dürfte, ist wahrscheinlich. Ob die Verbindungen der Lungenvene mit dem mediastinalen Venennetz nur dazu dienen, eine raschere Entleerung der letzteren zu begünstigen, oder auch Circulationsschwankungen in den Lungenvenen auszugleichen, will ich nicht bestimmt entscheiden, denn um diese Fragen zu erörtern, müsste man über den Einfluss der Respiration auf den Blutdruck in den grossen Lungengefässen und Bronchialgefässen endgiltig orientirt sein.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Durchschnitt eines sehr feinen Bronchus aus der Lunge eines wenige Wochen alten Kindes. (Hartn. Obj. 7, Oc. 2).

a. Durchschnitt eines Lungenarterienastes.

b b b. Stück eines Lungenvenenastes.

c. Eine Vene, die aus dem Bronchus herauskommt und auch Zweige des respiratorischen Netzes sammelt.

Fig. 2. Längenschnitt eines feinen Bronchus (Kind). (Hartn. Obj. 4, Oc. 1.)

Bei *A* ging der Schnitt flach durch die Bronchialwand. Die Bronchialarterien sind roth, die Bronchialvenen und das respiratorische Netz blau injicirt.

B. Kleiner Knorpelkern der Bronchialwand.

b c. Verbindungen oder Einmündungen von feinen Lungenvenenzweigen in die Bronchialvenen.

Fig. 3. Querschnitt eines Bronchus dritter Ordnung. (Hartn. Obj. 4, Oc. 1.) Einige Zweige der Bronchialarterie sind roth, das venöse Geflecht ist blau injicirt. Man sieht auf der einen Seite, wie die Vene um die Knorpelplatten Netze bilden.

a a a a sind an die Oberfläche tretende Venen, die theils in die Pulmonalvenen inosculiren, theils mit der grossen Bronchialvene zusammenhängen.

Fig. 4. Oberflächliches aber zum Theile auch tiefer liegendes Netz eines mitteldicken Luftröhrenastes. (Hartn. Obj. 4, Oc. 2.) Die tiefer liegenden Venen sind blässer gefärbt. Die Bronchialarterie ist roth injicirt und bildet zum Theil ein grobmaschiges Netz.

Fig. 5. Oberfläche eines 3 Mm. dicken Luftröhrenastes. (Hartn. Obj. 4, Oc. 2.) Aus dem Netze tritt ein grösserer Venenast hervor, der seitlich den Bronchus verlässt und einem Lungenaste entgegenzieht.

Tafel II.

Fig. 6. Linke Lunge eines wenige Wochen alten Kindes; vordere Ansicht.

H. Herzbeutel.

Die Lungenvenenstämme sind roth gefärbt. In dieselben münden entlang der Bronchialverzweigung vier feine Bronchialvenen. Aus dem Herzbeutel geht auch eine Vene (blau gefärbt) hervor, die in eine Lungenvene eingeht.

Fig. 7. Ein Stück aus einem feinen Bronchus von der Schleimhautfläche aus untersucht. (Hartn. Obj. 5, Oc. 2.) Die Capillaren der Schleimhaut verlaufen in einer Richtung mit dem Bronchialbaume. In der Tiefe sieht man lichter gefärbt eine grössere Vene des oberflächlichen Bronchialnetzes.

Fig. 8. Lungen eines Kindes mit Trachea in der vorderen Ansicht.

A. Arteria pulmonalis emporgeschlagen und mit einer Nadel fixirt.

V. Vena pulmonalis herabgezogen; *v*, Pulmonalvenenzweig der rechten Lunge. Vor der Theilungsstelle der Trachea liegen die vorderen Bronchialvenen. Die des rechten Bronchus ist stärker als die des linken. Die Äste dieser Venen bilden an der Theilungsstelle der Luftröhre eine Insel und sind von Lymphdrüsen umgeben, die in der Zeichnung durch die Schattirung der Region angedeutet sind.

a. Anastomose der vorderen Bronchialvene zur Azygos.

b b. Anastomose der Bronchialvene zur hinteren linken Vena bronchialis.

c. Einmündung der vorderen Bronchialvene in den Lungenvenenast *v*.

d. Vene aus dem Verzweigungsgebiete der Vena bronchialis anterior, die in den linken Vorhof einmündete.

e. Ast der vorderen Bronchialvene, der sich mit den Speiseröhrenvenen verband.

Linkerseits sieht man an den drei blossgelegten Bronchien einige Bronchialvenen in die Lungenvenen einmünden. Die oberste bezieht auch einige Zweige aus den Vasa vasorum der Lungenarterie und verbindet sich mit der Vena bronchialis dextra.

Fig. 9. Linke Lunge eines drei Jahre alten Kindes; vordere Ansicht.

Die Lungenvenen sind roth injicirt. Die obere ist empor-, die untere herabgeschlagen, damit man die primäre Bronchialverzweigung übersehen könne.

a. Linke Vena bronchialis anterior.

b und *d.* Ihre Einmündungen in die Lungenvenen.

c. Kleinere Bronchialvene in die Lungenvene mündend.

e. Feiner Lungenvenenast in die Bronchialvene mündend.

Tafel III.

Fig. 10. Ansicht (von links) des hinteren Mittelfellraumes eines Kindes. Die Lunge wurde auf die rechte Seite geschlagen, um das mediastinale Netz zur Ansicht zu bringen. Die Pleura wurde belassen; die boerflächlich gelegenen Venen sind dunkler gefärbt als die tiefer liegenden.

L. Lunge.

Z. Zwerchfell.

Fig. 11. Leiche eines Kindes. Venen des hinteren Mittelfellraumes (rechts) auspräparirt.

V. Grosse Lungenvenenstämme.

v. Kleinere, im Lungenhilus frei liegende Lungenvenenzweige.

a. Venae bronchiales, wie sie den Haupstamm der Arteria bronchialis dextra begleiten.

a^1. Anastomose der Bronchialvene mit einem Lungenvenenaste der Lungenpforte.

b. c. Einmündung von mediastinalen Venen in die Lungenvenenzweige. Der mit *c* bezeichnete Ast mit sammt dem Lungenvenenaste wurden aus dem Lungengewebe herauspräparirt.

Tafel IV.

Fig. 12. Mediastinalnetz der linken Seite auspräparirt.

P. Lunge.

Z. Zwerchfell.

V. Vena pulmonalis sinistra.

v. Freiliegender Zweig der Vena pulmonalis in der Lungenpforte.

a. Vena bronchialis sinistra posterior mit dem Lungenvenenaste *v* in Anastomose stehend.

b. Feinere Venen des Bronchus erster und zweiter Ordnung.

r. Eine feine Vene des Bronchus, die recurrirt und auch in den freiliegenden Lungenvenenast mündet.

c. c. Eine stärkere mediastinale Vene, die in die Lungenvene mündet und mit der Vena hemiazygos anastomosirt.

d. Ein Ramus oesophageus.

e. Ein Ramus phrenicus der vorigen.

f. Eine zweite stärkere Vene, die in einen Lungenvenenast mündet

Fig. 13. Lungen eines Kindes; hintere Ansicht.

A. Vena azygos.

b b. Vena bronchialis.

a. Anastomose derselben mit einem Aste der Vena pulmonalis. Dieser Ast lag nicht frei; es musste Lungenparenchym entfernt werden, um die Inosculationsstelle blosszulegen.

Fig. 14. Linke Lunge, hintere Fläche. Im Unterlappen sind die Bronchien theilweise blossgelegt.

v r. Eine in die Lunge eindringende Vene, die gewöhnlich mit einem feinen Lungenvenenaste anastomosirt, in diesem Falle hingegen hauptsächlich aus dem Bronchus Zweige bezieht und auf diese Weise eine Vena bronchialis infima bildet.

Fig. 15. Regio hypochondrica sinistra eines Kindes.

O. Oesophagus.

M. Magen.

N. Nebenniere.

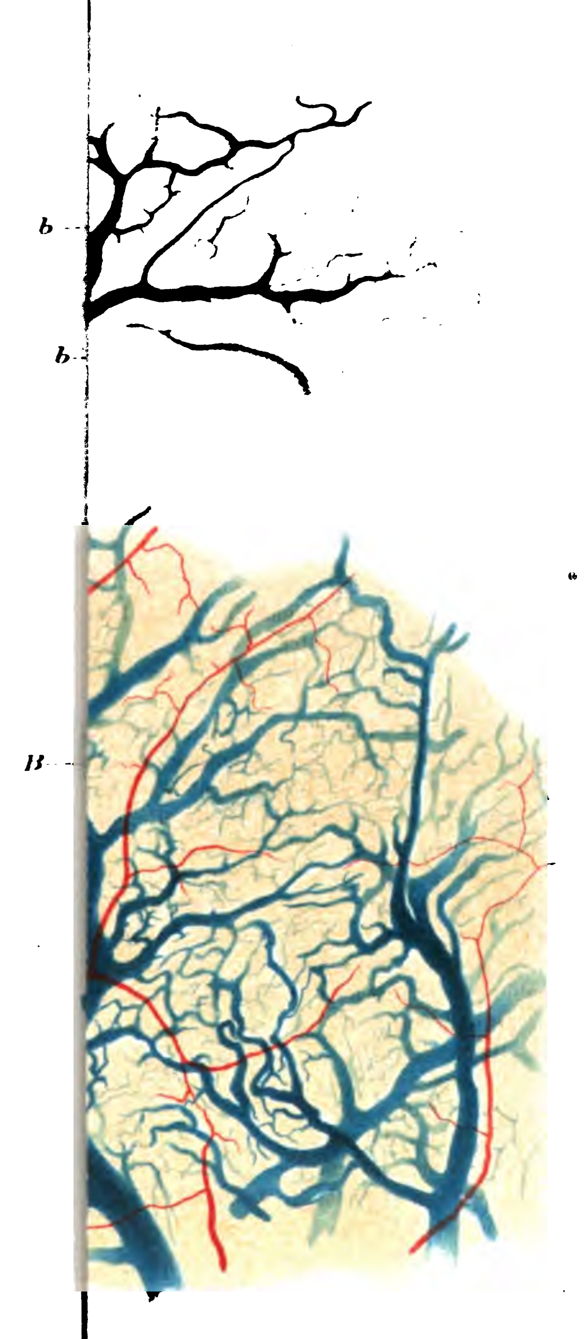
Z. Zwerchfell.

p p p. Venae phrenicae.

r. Eine Vena suprarenalis.

g. Eine Vena gastrica, die sich mit den Venae phrenicae verbindet

h. Vena oesophagea.


b
b
B


Taf. II.

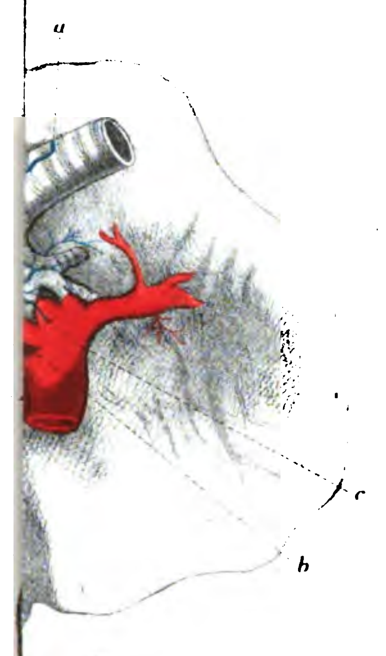


Fig. 9.

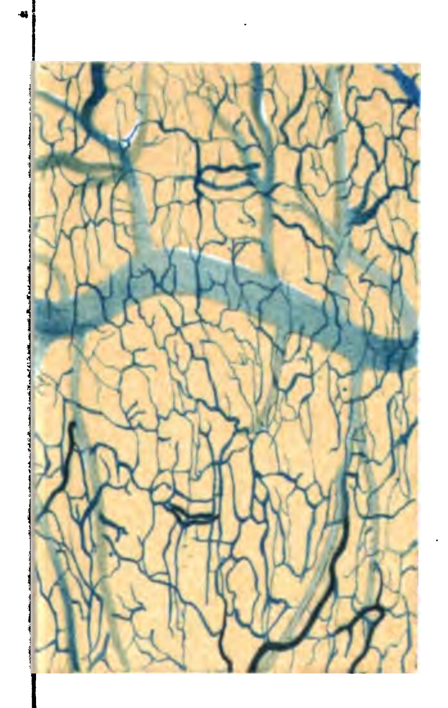
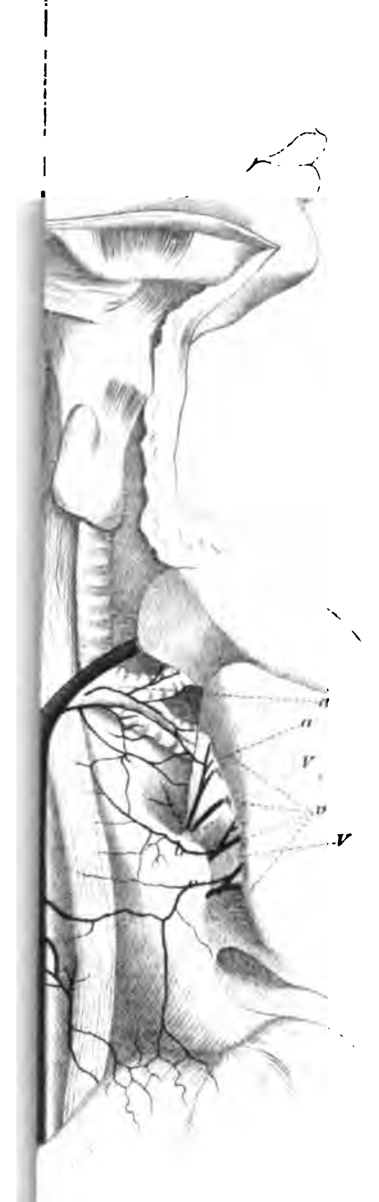


Fig. 7.

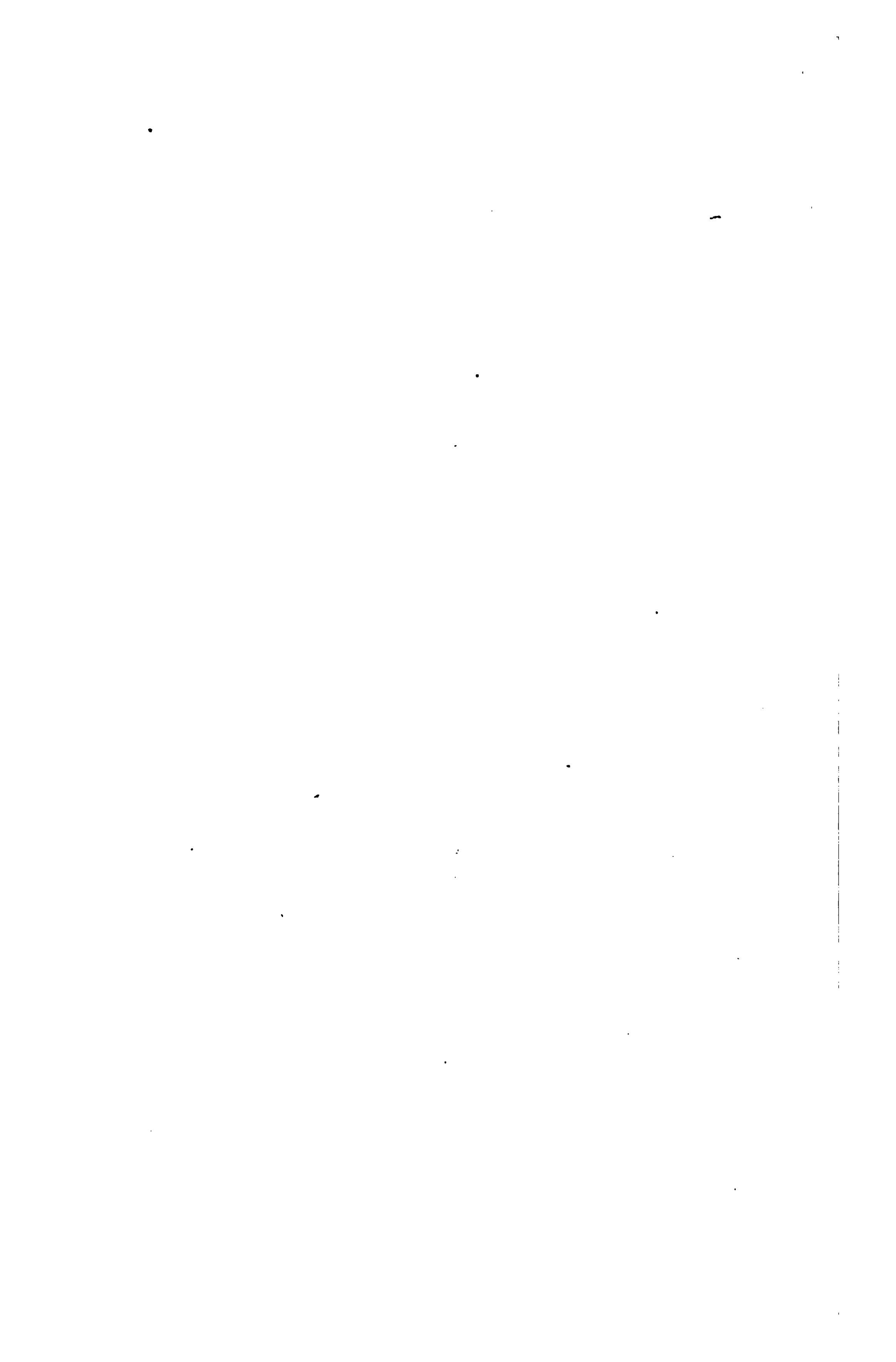
k.k. Hof u. Staatsdruckerei.

Zu

Taf. III.



ig. 11.



Zu

Taf. IV.

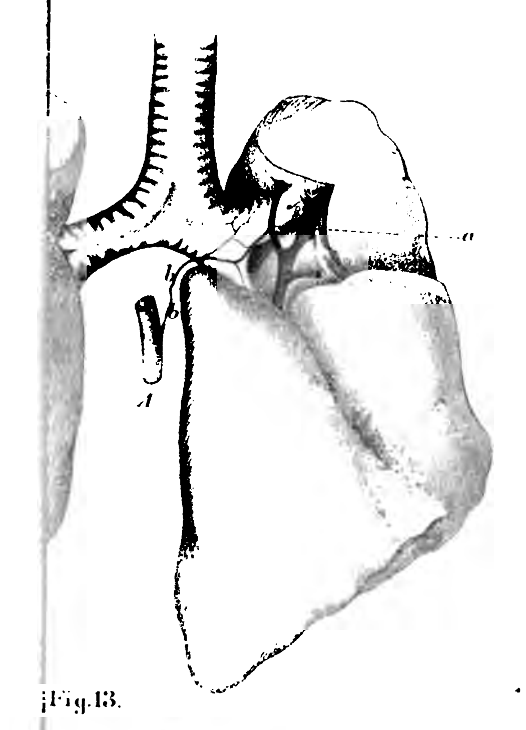


Fig. 13.

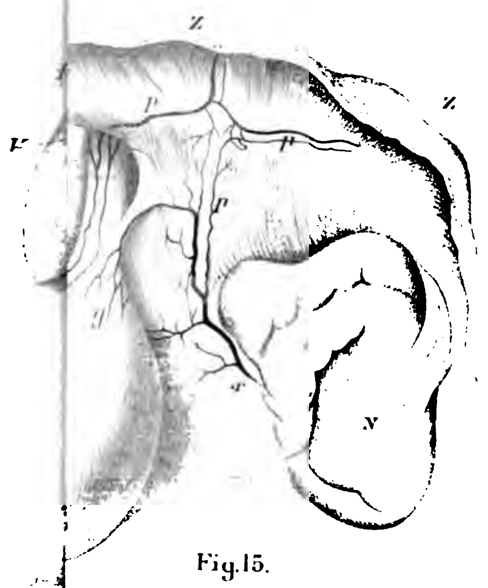
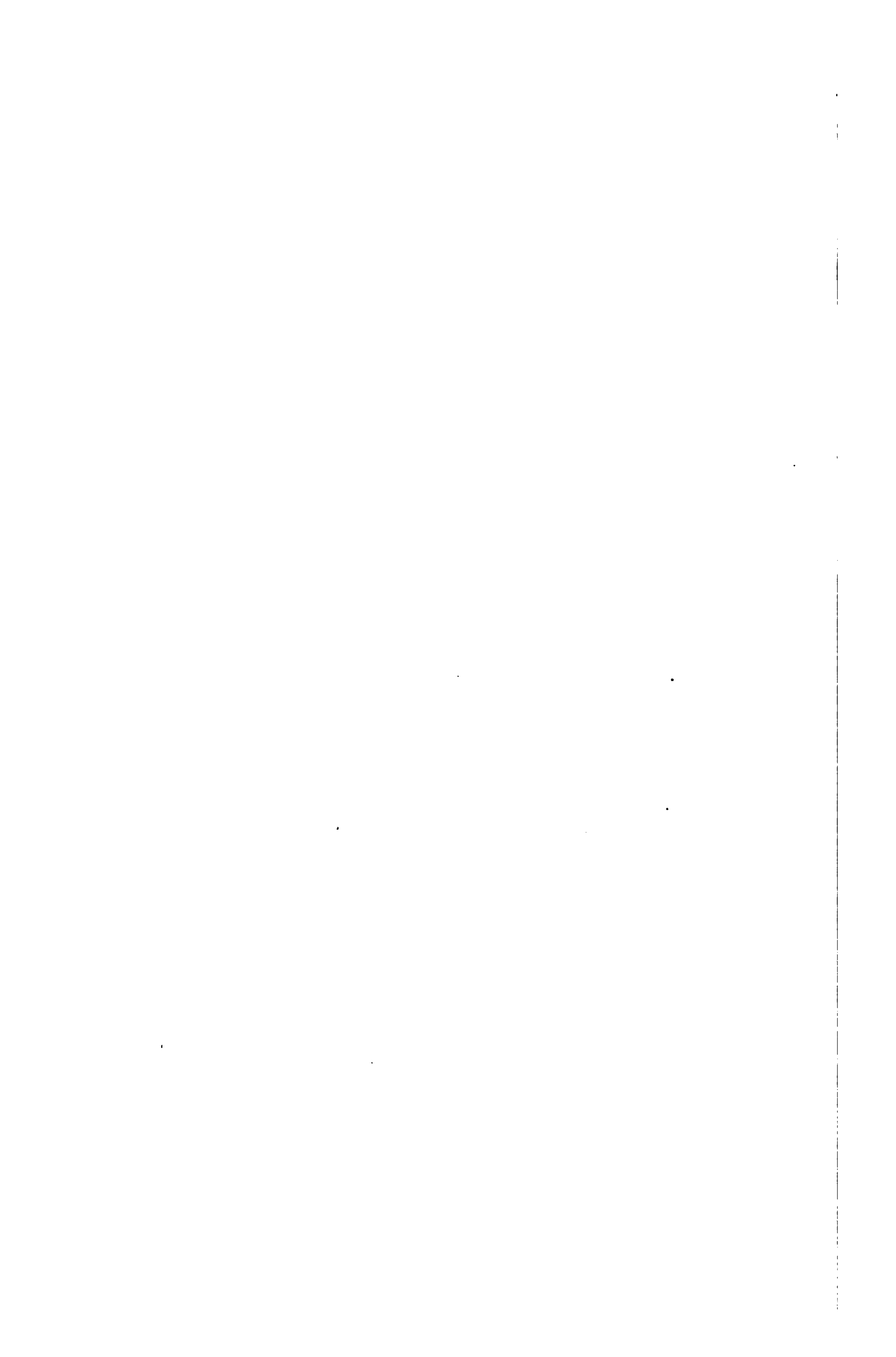


Fig. 15.



XV. SITZUNG VOM 17. JUNI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, welchen die Akademie und speciell diese Classe durch den am 13. Juni d. J. erfolgten Tod ihres wirklichen Mitgliedes, des Herrn Hofrathes und emerit. Professors Dr. Joseph Škoda in Wien, erlitten hat.

Die Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Ferner gibt der Vorsitzende Nachricht von dem am 4. Juni l. J. erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, des k. k. Feldmarschall-Lieutenants Herrn Franz Freiherrn v. Uchatius in Wien.

Die Mitglieder erheben sich gleichfalls zum Zeichen des Beileides von ihren Sitzen.

Das k. k. Ackerbau-Ministerium übermittelt ein Exemplar der von der k. k. Bergdirection zu Idria herausgegebenen Festschrift: „Das k. k. Quecksilberwerk zu Idria in Krain. Zur Erinnerung an die Feier des dreihundertjährigen ausschliesslich staatlichen Besitzes.“

Das c. M. Herr Prof. Dr. Sigm. Exner in Wien übermittelt die Pflichtexemplare seines mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Werkes: „Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen.“

Das w. M. Herr Prof. Dr. Alexander Rollett in Graz übersendet für die Sitzungsberichte eine Abhandlung: „Über die Wirkung, welche Salze und Zucker auf die rothen Blutkörperchen ausüben.“

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet folgende zwei Abhandlungen:

1. „Zur Theorie der Gasreibung.“ II. Theil.
2. „Über einige das Wärmegleichgewicht betreffende Sätze.“

Ferner übersendet Herr Prof. Boltzmann eine Abhandlung des Herrn Dr. Ign. Klemenčič, Assistenten am physikalischen Institut der Universität in Graz: „Über die Dämpfung der Schwingungen fester Körper in Flüssigkeiten.“

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet folgende Abhandlungen:

1. „Über jene Gebilde, welche aus kreuzförmigen Flächen durch paarweise Vereinigung ihrer Enden und gewisse in sich selbst zurückkehrende Schnitte entstehen“, von Herrn Prof. Dr. Oskar Simony in Wien.
2. „Über conjugirte Involutionen“, von Herrn Prof. Dr. C. Le Paige an der Universität in Lüttich.

Herrn Dr. G. Haberlandt, Docent der Botanik in Graz, übersendet eine Abhandlung „Über collaterale Gefässbündel im Laub der Farne.“

Herr Dr. Karl Friesach in Graz übersendet eine Abhandlung: „Die in den Jahren 1881 und 1882 bevorstehenden Vorübergänge des Merkur und der Venus vor der Sonnenscheibe.“

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht vier in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten und zwar:

I. „Beiträge zur Kenntniss der Trigensäure“, von Herrn Dr. J. Herzig.

II. „Notiz über cyanursaures Biuret“, von Herrn Dr. J. Herzig.

III. „Über die Berberonsäure und deren Zersetzungsproducte“, von H. Fürth.

IV. „Über einige neue aromatische Kohlenwasserstoffe“, von Herrn Dr. Guido Goldschmiedt.

Herr Professor v. Barth überreicht ferner drei Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck:

I. „Über directe Einführung von Carboxylgruppen in Phenole und aromatische Säuren“ (IV. und V. Abhandlung).

1. „Verhalten des Hydrochinons gegen doppelt kohlensaures Kali“, von den Herren Prof. C. Senhofer und F. Sarlay.

2. „Verhalten des Toluhydrochinons gegen doppelt kohlensaures Kali“, von Herrn C. Brunner.

II. „Über einige Derivate der α-Dioxybenzoësäure“, von Herrn J. Zehenter.

Herr Prof. Dr. J. Woldřich in Wien überreicht seinen „Zweiten Bericht über die diluviale Fauna von Zuzlawitz bei Winterberg im Böhmerwalde“.

Herr J. Pernter in Wien überreicht eine Untersuchung: „Über den täglichen und jährlichen Gang des Luftdruckes auf Berggipfeln und in Alpenthälern.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents, 6me série; 1re Année, 1er—5e Cahier et Personnel. Paris, 1881; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang Nr. 16 & 17. Wien, 1881; 8°.

Bureau des Longitudes: Annuaire pour l'an 1881. Paris; 12°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V, Nr. 22 & 23. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Nrs. 21 & 22. Paris, 1881; 4°.

École polytechnique: Journal. Tome XXVIII. 47e cahier. Paris, Leipzig, Londres, Berlin, Madrid, 1881; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXIV. (n. F. XIV.) Nr. 4 & 5. Wien, 1881; 8°.

Greifswald, Universität: Akademische Schriften pro 1880 bis 1881. 29 Stücke, 4° & 8°.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge, Band XXIII. 8. und 9., 10., 11. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

Karpathen-Verein, ungarischer: Jahrbuch. VIII. Jahrgang 1881. Késmárk; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. VI. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel 25e année. 3e série. Tome XI. 474e livraison. Juin 1881. Paris; 8°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Bulletin. pp. 95—230 and pp. 231—284. Cambridge, 1881; 8°.

Pröll, Gustav, Dr.: Gastein, Erfahrungen und Studien. Wien, 1881; 8°.

Société mathématique de France: Bulletin. Tome IX, Nr. 3. Paris, 1881; 8°.

Société zoologique de France: Bulletin. 5e Année. 1re & 2e parties. Paris, 1880; 8°.

— de sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. 2e série, Tome IV. 1er cahier. Paris, Bordeaux, 1880; 8°.

Society, the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geographie. Vol. III. Nr. 6. June 1881. London; 8°.

— the Asiatic of Bengal: Proceedings. Nos. 1—10. Calcutta, 1880; 8°. — Nos. 1—3. Calcutta, 1881; 8°.

— — Journal. Vol. XLIX. Part II. Nr. 1—4. Calcutta, 1880; 8°. — Vol. L. Part. II. Nr. 1. 1881. Calcutta, 1881; 8°.

United States: Second Report of the Entomological Commission for the years 1878 and 1879, relating to the Rocky Mountain Locust and the Western Cricket. Washington, 1880; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang, Nr. 23 & 24. Wien, 1881; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Monatsblätter. II. Jahrgang. Nr. 8 & 9, und Ausserordentliche Beilage Nr. VIII. Wien, 1881; 8°.

Über die Wirkung, welche Salze und Zucker auf die rothen Blutkörperchen ausüben.

Von **Alexander Rollett.**

(Mit 1 Tafel.)

Nachdem ich gefunden hatte, dass Entladungsschläge der Leidnerflasche das Blut durch Auflösen der Blutkörperchen lackfarbenähnlich durchsichtig machen (diese Berichte, Bd. XLVI, Abth. II, p. 92 und Bd. XLVII, Abth. II, p. 356) zeigte ich auch, dass die für den Eintritt dieser Reaction nothwendige Anzahl von Entladungen bei gleicher Menge und Dichte der Elektricität in der Flasche nicht bloss abhängig ist von dem Widerstande

$$R = \frac{r \, . \, l}{d}$$

worin l Länge, d Querschnitt und r den specifischen Widerstand einer Blutsäule bedeuten, sondern noch von einem weiteren Factor, welchen ich als specifische Resistenz der Blutkörperchen bezeichnete. Die Natur der Kräfte, welche die Blutkörperchen ihrer Zerstörung durch den Entladungsstrom entgegensetzen, war zwar unbekannt geblieben. Es liess sich aber, nachdem einmal durch eine Reihe von Experimenten die Abhängigkeit der für die Aufhellung des Blutes nothwendigen Anzahl von Entladungen von dem Widerstande R sicher festgestellt war, auch leicht die Abhängigkeit von dem als specifische Resistenz der Blutkörperchen bezeichneten Factor experimentell demonstriren.

Dazu diente vorzugsweise die Aufnahme des Blutes in einen verzweigten Schliessungsbogen.

Dieselbe geschah mittelst einer Vorrichtung, die mit derjenigen in allen wesentlichen Theilen übereinstimmt, die ich hier auf Taf. I, Fig. 1, abgebildet habe, in welcher verbesserten Form sie uns zu den neuen, hier mitzutheilenden Versuchen dienen soll.

Ich verschiebe die Beschreibung dieser Vorrichtung auf später und benütze die Fig. 1 jetzt nur, um das Folgende in Erinnerung zu bringen. In den vier Röhrchen *A*, *B*, *C* und *D* seien immer gleich lange und gleich dicke Flüssigkeitssäulen enthalten. Ist diese Flüssigkeit in *B* und in *D* dasselbe Blut, so wird dieses in beiden Röhrchen sich nach derselben Anzahl von Entladungen gleichzeitig aufhellen, wenn in *A* und in *C* gleich gut leitende Flüssigkeiten enthalten sind; so wenn alle vier Röhrchen dasselbe Blut enthalten, in welchem Falle dann auch *A* und *C* gleichzeitig hell werden, oder wenn *A* und *C* mit derselben Salzlösung gefüllt sind.

Dagegen hellt sich *B* nach einer viel kleineren Zahl von Entladungen auf als *C* und *D*, wenn *A* eine concentrirte Salzlösung *B*, *C* und *D* aber dasselbe Blut enthalten, weil in diesem Falle, wegen des geringeren Widerstandes des Stromzweiges *AB* ein Zweigstrom von grösserer Intensität durch *AB* tritt, als durch den grösseren Widerstand bietenden Zweig *CD*.

Wir können aber nun *A* mit Blut vom Menschen, *B*, *C*, *D* mit Schweineblut füllen. Beobachten wir dabei, dass *A* sich nach einer geringen Anzahl von Entladungen aufhellt, während *B*, *C* und *D* sich erst nach einer grösseren Anzahl von Entladungen und zwar vollkommen gleichen Schritt haltend aufhellen, so werden wir nach unseren früheren Erfahrungen daraus den Schluss ziehen, dass Menschenblut und Schweineblut sich in Bezug auf ihren Leitungswiderstand nicht wesentlich unterscheiden, sonst hätten *B* und *D* sich nicht gleichzeitig aufhellen können. Da aber nun trotz der in beiden Stromzweigen herrschenden gleichen Intensitäten das Menschenblut in *A* sich früher aufhellte als das Schweineblut in *B*, *C* und *D*, so folgt daraus, dass die Blutkörperchen des untersuchten Menschenblutes der auflösenden Wirkung des Entladungsstromes früher unterliegen, als die des Schweineblutes und das habe ich kurz in der Weise formulirt, dass ich sagte: die specifische Resistenz der Schweineblutkörperchen ist grösser, als jene der menschlichen Blutkörperchen. Ebenso fand ich eine grössere specifische Resistenz der Blutkörperchen vom Kaninchen und die letztere auch grösser als jene der Blutkörperchen des Schweines. Für das Kaninchenblut ergab sich zugleich ein geringerer Leitungswiderstand.

Endlich wurde constatirt, dass Zusatz von Salzlösungen zum Blute, wodurch dasselbe einen geringeren Leitungswiderstand bekommt, die specifische Resistenz der Blutkörperchen vermehren und dass man schon bei verhältnissmässig geringen Concentrationsgraden der zugesetzten Salzlösungen zu einer Grenze gelangt, über welche hinaus der Salzzusatz die Blutkörperchen so wesentlich verändert, dass sie die Reihe von Erscheinungen, welche sonst unter der Einwirkung von Entladungsströmen bis zu ihrer Auflösung an denselben ablaufen, nicht mehr darbieten.

Was nun die Salzzusätze zum Blute betrifft, so scheint es mir zur Zeit nothwendig, ihrer Wirkung näher nachzugehen. Es ist unzweifelhaft, dass man von dem Leitungswiderstand einer Blutsäule gerade eben so summarisch sprechen kann, wie z. B. von dem Leitungswiderstand eines prismatischen Muskel- oder Nervenstückes, allein es darf dabei nicht aus dem Auge verloren werden, dass dieser Leitungswiderstand nur als die Resultirende der Leitungswiderstände mehrfacher Componenten aufgefasst werden kann. Für das Blut werden dabei zunächst die Körperchen und die Zwischenflüssigkeit in Betracht kommen.

Ich habe darum auch schon früher (diese Berichte, Bd. XLVII, Abth. II, pag. 363 u. s. f.) die Leitungswiderstände von defibrinirtem Menschenblut mit jenen des Serum dieses Blutes und des vorher bis zur Auflösung der Blutkörperchen elektrisirten Menschenblutes verglichen, wobei sich für diese drei Flüssigkeiten keine Verschiedenheit des Leitungswiderstandes ergab, während in ähnlichen Versuchen mit Kaninchenblut das Serum einen etwas kleineren Widerstand ergab, als das defibrinirte Blut, beim Schweineblut endlich das Serum deutlich einen geringeren Widerstand zeigte, als das defibrinirte Blut.

Salzzusätze, welche den Leitungswiderstand einer Blutsäule herabsetzen, wirken offenbar verändernd auf beide Componenten ein. In welcher Weise und in welcher Grösse ist vorläufig nicht abzusehen. Wenn aber, wie das Bunge[1]) für Kalisalze direct nachgewiesen hat, dieselben aus der Zwischenflüssigkeit nicht in

[1]) Bunge: Über das Verhalten der Kalisalze im Blute. Zeitschr. f. physiol. Chemie. III, p. 63, 1879.

die Blutkörperchen aufgenommen werden oder die zugesetzten Salze sich zwischen Blutkörperchen und Zwischenflüssigkeit sehr ungleich vertheilen, so könnte der Fall eintreten, dass bei stärkeren Salzzusätzen der Strom seinen Weg durch die Zwischenflüssigkeit ausschliesslich oder vorzugsweise nimmt. Eine Thatsache, welche bei der Erklärung der am Gesammtblute zu beobachtenden Erscheinungen sehr wohl berücksichtigt werden müsste.

Da eine gesonderte Bestimmung des Leitungswiderstandes des Plasma oder Serum einerseits und der isolirten Blutkörperchen andererseits sei es am unveränderten, sei es an dem durch Salzzusätze veränderten Blute nur sehr schwierig auszuführen sein wird, suchte ich auf eine andere Weise der Lösung der sich hier ergebenden Fragen näher zu kommen.

Ich verglich die Wirkung von Natronsalzen (des Cl Na, $Na_2 SO_4$, $Na_2 CO_2$, $Na_2 HPO_4$) unter einander und mit der Wirkung von Zuckern (Trauben-, Milch-, Rohrzucker) und dabei stiess ich auf Verschiedenheiten in der Wirkung von Salzen und Zuckern auf die Blutkörperchen, welche den Gegenstand dieser Mittheilung bilden sollen.

Die Wirkung von Salzlösungen und Zuckerlösungen auf das Blut sind in vielen Beziehungen einander ähnlich.

Man sieht bei der Anwendung der einen wie der andern, die rothen Blutkörperchen unter dem Mikroskope geschrumpft, wie angenommen wird, in Folge von Wasserentziehung.

Salzlösungen sowohl als Zuckerlösungen verzögern den Eintritt der Blutgerinnung. Salzlösungen machen ebenso wie Zuckerlösungen möglich, dass die Blutkörperchen durch Filtration vom Plasma oder Serum getrennt werden können.

Die Zuckerlösungen sind aber viel schlechtere Leiter [1]) der Elektricität, als Salzlösungen.

Wenn man nun mit Salzlösungen von steigendem Concentrationsgrade und mit Zuckerlösungen von steigender Concentration immer in demselben Volumverhältnisse gemischtes Blut elektrisirt, wozu vorerst die Aufnahme des Blutes in ein einfaches

---

1) Vergl. Brester, Archives Néerlandaises des sciences exact. Tom. I, pag. 296, 1866.

mit passenden Elektroden zum Einschalten in den Schliessungsbogen versehenes cylindrisches Röhrchen [1]) dienen mag, so erhält man ohne Ausnahme für die Salze die schon früher ermittelte Thatsache bestätigt, dass nach Salzzusätzen, die den Leitungswiderstand des Blutes herabsetzen, schon bei verhältnissmässig geringen Concentrationsgraden das Blut auch durch eine grosse Anzahl von Entladungsschlägen nicht mehr aufzuhellen ist.

Für die Zuckerzusätze, welche den Leitungswiderstand des Blutes erhöhen, ergibt sich dagegen, dass auch bei sehr hohen Concentrationsgraden, noch eine bestimmte Anzahl von Entladungsschlägen das Blut lackfarbenähnlich durchsichtig macht. Beispielsweise erhielt ich in einem Versuche eine 43 Mm. lange und 6 Mm. dicke Flüssigkeitssäule nach 20—22 Entladungen derselben Flasche bei 20 Mm. Schlagweite lackfarbenähnlich durchsichtig, wenn sie aus einem Gemisch von 1 Vol. Blut mit 2 Vol. Lösung Cl Na 3 Grm. auf 100 Cub. Ctm. bestand und bei derselben Anzahl von Entladungen einen Cylinder von denselben Dimensionen lackfarben, wenn er aus einem Gemisch von 1 Vol. Blut und 2 Vol. Rohrzuckerlösung 46 Grm. auf 100 Cub. Ctm. bestand. Während unter denselben Verhältnissen ein Gemisch von 1 Vol. Blut mit 2 Vol. kaltgesättigter Lösung von Cl Na sich nach 100 und mehr Entladungen auch nicht die Spur veränderte.

Zur Beurtheilung des Einflusses, welchen Salze und Zucker auf den specifischen Widerstand des Blutes und auf dic specifische Resistenz der Blutkörperchen ausüben, stellt man wieder am besten vergleichende Versuche in dem Apparate mit den vier Röhrchen in zwei Stromzweigen an, dessen ich früher gedachte. Eine verbesserte Form des Apparates ist auf Taf. I, Fig. 1, abgebildet.

Die Elektroden tauchen nicht wie das bei der älteren Form der Fall war, in die Flüssigkeit ein, sondern grenzen die Flüssigkeitssäule zwischen zwei vollen Querschnitten ab. Die Blutsäule erleidet dann die Veränderungen in allen ihren Theilen gleichmässig und es ist so verhindert, dass unveränderte Blutkörperchen neben den Elektroden liegen bleiben.

---

[1]) Diese Berichte, Bd. L, Abth. II, pag. 198, Fig. 4.

In die unteren Enden der vier Röhrchen *A, B, C, D*, Fig. 1, passen nach Art eines eingeriebenen Stöpsels genau schliessende Kupfercylinder, auf die oberen Enden geschliffene und polirte Kupferdeckel. Mit der Klemme K^1 die zur Verbindung mit dem Schliessungsbogen dient, sind die unteren Elektroden von *B* und *D* durch eine Gabel verbunden. Da der Apparat leicht zerlegbar sein muss, und jedes Röhrchen für sich sehr sorgfältig gefüllt werden muss, können die mit den deckelförmigen oberen Elektroden von *A* und *C* verbundenen Drähte nicht fest aneinander gefügt werden.

Sie wurden vielmehr freigelassen und zuletzt in die leicht verständliche Klemme *s* eingelegt, die durch den an ihr sitzenden Draht *g* mit der Klemme *K* fest verbunden ist. Die letztere Klemme dient wieder zur Verbindung mit dem Schliessungsbogen. Mit den pfropfenförmigen unteren Elektroden von *A* und *C* sind die deckelförmigen oberen Elektroden von *B* und *D* fest verbunden.

Mittelst passender Kautschukschläuche *mm* und *nn*, Fig. 1, welche in der Mitte der Länge nach ausgeschnitten sind, so dass dort nur durch seitliche Einschnitte der Deckeln laufende Stränge übrigbleiben, werden die Deckel fest auf die Röhrchen aufgedrückt. Das Füllen der Röhrchen geschieht mittelst fein ausgezogener Glasröhren. Es müssen die Röhrchen bis nahe zum Überfliessen angefüllt werden und was beim Aufsetzen des Deckels wegfliesst, muss mit Filtrirpapier sorgfältig abgesaugt werden. Die vier Röhrchen waren aus einem vorher calibrirten Glasrohre geschnitten und ihre Enden sorgfältig abgeschliffen. Jedes Röhrchen hatte 22 Mm. Länge und einen Durchmesser von 7 Mm. im Lichten.

Mittelst dieses Apparates stellte ich eine grosse Zahl vergleichender Versuche an, wobei die Entladungsschläge einer Leidnerflasche mit 493·14 □ Ctm. innerem Beleg bei einer Schlagweite von 20 Mm. benützt wurden, die in Pausen von 3 Minuten auf einander folgten. Zu den Versuchen wurde defibrinirtes Schweineblut, welches in der folgenden Tabelle I mit Sb bezeichnet ist, verwendet. Diese Tabelle bringt eine Anzahl ausgewählter Versuche, und soll dazu dienen, die Verschiedenheit der Wirkung von Salz und Zuckerzusätzen näher zu beleuchten. Die Zeichen zwischen

Versuchs-Nr.		Anmerkungen.
1	1 Vol. 2 „ 100 C.	Versuch verläuft, wenn in allen 4 Röhrchen sowohl die z der Blutkörperchen als auch der specifische Widerstand ent zugleich zur Erprobung des Apparates auf die Gengaben.
2	1 Vol. 2 „ 100 C.	g des Cl Na setzt den spec. Widerstand mehr herab, als n $Na_2 SO_4$, dagegen ist die spec. Resistenz der Blutkören Falle grösser.
3	1 Vol. 2 „ 100 C.	g des Cl Na setzt den spec. Widerstand mehr herab, als n $Na_2 HPO_4$, die spec. Resistenz ist in beiden Fällen
4	1 Vol. 2 „ 100 C.	tromzweige gehen wegen des geringen Widerstandes in-Blutkörperchen bleiben vollkommen erhalten.
5	1 Vol. 2 „ 100 C.	nischung des $Na_2 HPO_4$ wird der spec. Widerstand beetzt, darum geht durch den Stromzweig *AB* ein intenher aber die Blutkörperchen in *A* unverändert lässt.
6	1 Vol. 2 „ 100 C.	g des Cl Na und des $Na_2 CO_3$ bedingen den gleichen spec. pec. Resistenz der Blutkörperchen ist grösser durch Zua.
7	1 Vol. 2 „ 100 C.	g des $Na_2 CO_3$ setzt den spec. Widerstand mehr herab, des Cl Na. Die spec. Resistenz der Blutkörperchen ist im
8	1 Vol. 2 „ 100 C.	rstand im Zweige *CD* ist geringer, als im Zweige AB wegen nden, schlechter leitenden Cl Na-Lösung. Die spec. Reperchen ist grösser durch Zumischung des $Na_2 CO_3$.
9	1 Vol. 2 „	g des Rohrzuckers steigert den spec. Widerstand und die Blutkörperchen, durch AB geht ein intensiverer Strom, sistenz der Blutkörperchen kleiner als in B.
10	1 Vol. 2 „ 100 C.	g der concentrirteren Rohrzuckerlösung steigert den spec. e spec. Resistenz der Blutkörperchen mehr als die Zunnteren Lösung.
11	1 Vol. 2 „ 100 C.	g von Cl Na setzt den Widerstand herab, die Zumischung igert ihn. Die spec. Resistenz der Blutkörperchen ist nach hrzuckers kleiner, als nach Zumischung des Cl Na.
12	1 Vol. 2 „ 100 C.	hzuckerlösung der spec. Widerstand gesteigert, die spec. rperchen nach Zumischung der concentrirten Milchzuckernach Zumischung der verdünnten Cl Na-Lösung.
13	1 Vol. 2 „ 100 C.	nach dem Zusatz beider concentrirter Zuckerlösungen die Blutkörperhen geringer ist, als nach dem Cl Na-Zusatz.
14	Sb in 1 Cl Na 1	en des geringen spec. Widerstandes geht durch den Zweig ntensiverer Strom als durch den grösseren spec. Widerstand n Zweig CD. In letzterem das Rohrzuckerblut schon lackwährend das Kochsalzblut in A noch undurchsichtig ist.
15	Sb in 1 Rohrzu	spec. Widerstand in den Zweigen AB und CD nicht viel den, die spec. Resistenz der Blutkörperchen im Rohrzuckerser, als im Cl Na-Blut.
16	Sb in 1 Rohrzu	ch intensive Ströme in beiden Zweigen, in jedem die spec. z der Blutkörperchen im Rohrzuckerblut grösser, als im ut.
17	Sb in 1 Rohrzu	ch intensive Ströme in beiden Zweigen in jedem die spec. z der Blutkörperchen im Cl Na-Blut grösser, als im Rohrut.

den Röhrchenbenennungen im zehnten Stabe bedeuten das eine $<$: wird früher lackfarben; das andere $=$: wird gleichzeitig lackfarben. Der Querstrich in den mit Anzahl der Entladungen überschriebenen Stäben bedeutet, dass bis Ende des Versuches das Blut im Röhrchen unverändert blieb oder dass noch so viele Schläge keine Veränderung hervorbrachten. (Siehe die Tabelle.)

Aus den Versuchen ergibt sich, dass für die Erklärung der nach Salz- und Zuckerzusätzen am Blut zu beobachtenden Erscheinungen die Annahme einer einseitigen Änderung des specifischen Widerstandes der Zwischenflüssigkeit nicht ausreicht.

Für die untersuchten Natronsalze zeigt sich, dass Zusatz von 1% Lösungen von Cl Na und $Na_2 CO_3$ zum Blute den gleichen specifischen Widerstand bedingt und dass durch beide Lösungen der specifische Widerstand mehr herabgesetzt wird als durch 1% Lösungen von $Na_2 SO_4$ und $Na_2 HPO_4$. Die specifische Resistenz der Blutkörperchen ist dagegen nach Zusatz von 1% Lösungen von Cl Na und $Na_2 HPO_4$ die gleiche, nach Zusatz von 1% Lösung von $Na_2 SO_4$ ist sie grösser, nach Zusatz von 1% Lösung von $Na_2 CO_3$ aber kleiner als in den beiden ersten Fällen. Mit Zunahme der Concentration der zugesetzten Salzlösungen oder der Menge der zugesetzten Salze nimmt die specifische Resistenz der Blutkörperchen rasch zu. Der Zusatz von Zuckerlösungen vermehrt den specifischen Widerstand des Blutes und vergrössert zugleich die specifische Resistenz der Blutkörperchen. Diese Zunahme der specifischen Resistenz der Blutkörperchen erfolgt aber sehr allmälig mit Zunahme der Concentration der zugesetzten Zuckerlösungen oder der Menge der zugesetzten Zucker. Verhältnissmässig niedere Concentrationen bewirken, dass das Blut durch Entladungsschläge nicht mehr durchsichtig wird, während sehr stark gezuckertes Blut durch Entladungsschläge eben so lackfarbig gemacht werden kann, wie das unveränderte Blut.

Da sowohl wachsende Salzzusätze, als auch wachsende Zuckerzusätze die specifische Resistenz der Blutkörperchen immer mehr steigern, die ersteren aber rasch, die letzteren dagegen nur allmälig, so gibt es bestimmt niedrige Salzzusätze, bei welchen die gleiche specifische Resistenz der Blutkörperchen beobachtet wird, wie bei bestimmt höheren Zuckerzusätzen.

Entfernt man sich nun von einem in Bezug auf die Anzahl der zur Aufhellung des Blutes nothwendigen Entladungen mit einem bestimmten Zuckerzusatz coincidirenden Salzzusatz nach abwärts, so erhält man gesalzenes Blut, welches eine geringere specifische Resistenz der Blutkörperchen besitzt, als gezuckertes Blut, während bei Steigerung des Salzzusatzes bis zur Höhe des Zuckerzusatzes das gesalzene Blut eine grössere specifische Resistenz der Blutkörperchen besitzt, als das gezuckerte. Da aber jeder Salzzusatz den specifischen Widerstand des Blutes herabsetzt, jeder Zuckerzusatz denselben erhöht, so ergibt sich, dass die gleiche Zunahme der specifischen Resistenz der Blutkörperchen einmal mit Steigen, ein anderes Mal mit Sinken des specifischen Widerstandes des Blutes zusammenfällt.

Ich habe kleine Proben, alles mit Zuckerlösungen oder mit Zuckern versetzten Blutes, ebenso wie Proben des gesalzenen Blutes, während Entladungsschläge durch dieselben geschickt wurden, auch unter dem Mikroskope beobachtet. Ich sah, so lange die Blutkörperchen sich noch veränderten, immer dieselbe Reihe von successiven Veränderungen an den Blutkörperchen ablaufen, welche für die Blutkörperchen des unveränderten Blutes charakteristisch sind (vergl. d. Berichte, Bd. L, Abth. II, p. 178, 1864). Es bleibt also den rothen Blutkörperchen noch in den concentrirtesten Zuckerlösungen die ihnen im Normalzustande zukommende Reaction auf den Entladungsstrom erhalten, während durch verhältnissmässig niedrige Concentrationen von Salzen dieselbe aufgehoben wird.

Wir müssen daraus entnehmen, dass Zuckerlösungen die rothen Blutkörperchen in einem, ihrem ursprünglichen Zustande sehr nahe kommenden Zustande conserviren selbst noch bei sehr hohen Concentrationen, während Salzlösungen bei noch geringer Concentration dieselben schon eingreifend verändern.

Ich habe eine weitere Verwerthung der hier mitgetheilten Thatsachen in Aussicht genommen, doch lassen sich solche Versuche nur während der kalten Jahreszeit anstellen.

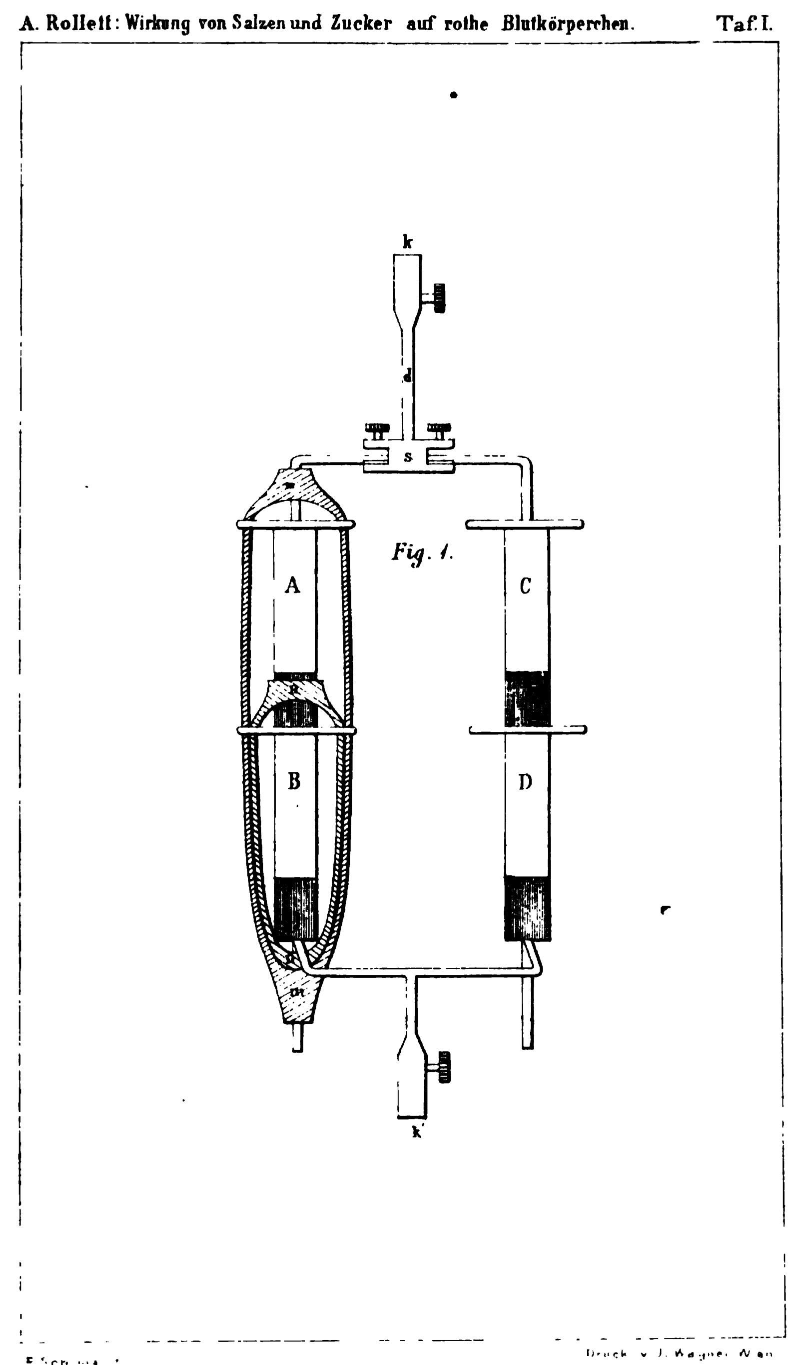


Fig. 1.



Über Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut.

Von **Dr. Salomon Ehrmann.**

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Juni 1881.)

Der Farbenwechsel der Frösche ist schon lange Zeit bekannt. In neuerer Zeit führte Leydig eine grössere Reihe von Beobachtungen über denselben an [1]. Hierbei bemerkt er, dass ein Laubfrosch, dem man das Rückenmark zerstört, „erst dunkelgrün, dann blassgrün und zuletzt fahlgelb wird."

Ähnliches geschieht, wie ich mich wiederholt überzeugte, an der Rückenhaut des Frosches nach Durchschneidung ihrer Nerven. Der anatomische Nachweis des Zusammenhanges von Pigmentzellen mit Nervenfasern wurde, so weit ich die Literatur übersehe, für die Froschhaut noch nicht erbracht.

In Bezug auf Schlangen und Eidechsen finde ich bei Leydig [2] folgende Stellen: „Noch glaube ich auch hier (nämlich bei den Schlangen) beobachtet zu haben, dass ein Theil der Endausläufer (der Nerven) sich mit den Chromatophoren verbindet; die Nervensubstanz geht unmittelbar in das contractile Protoplasma über, ähnlich wie bei Protozoen die contractile Leibessubstanz die sensible Materie des Körpers vertritt. Bei den Lacerten sah ich, wie schon anderwärts erwähnt wurde, nicht minder, dass Nervenfasern und Chromatophoren schliesslich in eins zusammenfliessen können." An der betreffenden Stelle [3] heisst es: An einer *Lacerta agilis*

---

[1] Archiv für mikroskopische Anatomie 1876. Leydig: Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien.

[2] Archiv für mikroskopische Anatomie, 1873 ders. Titel.

[3] Leydig: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

nämlich, welche in sehr verdünnter Salpetersäure längere Zeit erweicht worden war, zerlegte sich die äussere Haut wie von selbst in Epidermis, Pigmentschicht und eigentliche Lederhaut. In der gallertig aufgequollenen und durchsichtig gewordenen Lederhaut machte sich schon für die Lupe ein schönes Nervennetz sichtbar, polygonale Maschen bildend. Aus den Knotenpunkten erhoben sich grössere Büschel von Nervenfasern nach oben, feinere gingen noch da und dort ab. Indem die Fasern sich theilten und immer zarter wurden, entstand ein oberes Endnetz und aus diesem sah ich freie Ausläufer mit den Zacken der schwarzen Pigmentzellen oder Chromatophoren sich verbinden." Das erwähnte Verhalten ist daselbst auch abgebildet.

Im Folgenden erlaube ich mir die Resultate meiner Untersuchung an Fröschen mitzutheilen.

Um die Vertheilung der Pigmentzellen und ihren Zusammenhang mit den Nervenfasern der Froschhaut zu schildern, dürfte es nützlich sein, eine kurze Beschreibung der anatomischen Verhältnisse der Froschcutis vorauszuschicken. Dieselbe bezieht sich, weil meine Untersuchung an der Rückenhaut des Frosches ausgeführt wurde, vorzugsweise auf diese:

Nach aussen, von der dem Lymphsinus zugekehrten Serosa findet man ein dünnes Lager lockeren Bindegewebes, welches die groben Nervenstämme, Blut- und Lymphgefässe führt. Im Verlaufe dieser Gebilde finden sich spärliche Pigmentzellen von schwarzer oder bräunlichgelber Farbe. An der Bauchhaut ist hier ein im durchfallenden Lichte opakes Pigment vorhanden, welches viel Licht reflectirt, und desshalb weist die Unterfläche dieser Hautpartie selbst, wenn sie in Essigsäure ganz aufgequollen ist, eine weisse, undurchsichtige Lamelle auf. Von dem hier befindlichen zarten Bindegewebe steigen bekanntlich säulenartige Züge, in regelmässigen Abständen, die derben gegitterten Cutislagen durchbrechend, gegen die Oberfläche, werden nach oben immer breiter und treten schliesslich, den Säulen in einem Arkadengewölbe nicht unähnlich, zu einer continuirlichen Schichte unmittelbar unter der Epidermis zusammen.

In diesem Bindegewebslager, welches auch die Drüsen, die grossen „Körnchendrüsen" (Eckhardt) sowohl, als auch die kleineren Schleimdrüsen trägt, befindet sich, von der Epidermis

nur durch ein helles, homogen erscheinendes, an der Oberfläche fein-geriffles und stacheliges Bindegewebsstratum getrennt, ein Protoplasmanetz continuirlich über die ganze Froschhaut sich ausbreitend.

Von dem Pigmente, welches in dem Protoplasmanetze eingebettet ist, unterscheidet Leydig vier Arten: 1. Ein schwarzes, 2. ein gelbes, 3. ein weisses, nicht irisirendes und 4. ein irisirendes; doch gibt es auch ganz pigmentlose Stellen oder solche, an denen nur einzelne Knotenpunkte des Netzes schwarz erscheinen, sonst aber das Netz ganz pigmentlos ist.

Um das Zellennetz in grösserer Ausdehnung darzustellen, bediene ich mich folgender Methode:

Die Haut wird in beliebig grossen Stücken in eine Mischung von 1 Theil Eisessig auf 2 Theile Wasser gebracht, worin sie zwei Tage oder auch noch länger bleibt. Die Epidermis hebt sich ab, die Cutis quillt auf, und man kann das Netz der Pigmentzellen sammt dem dasselbe durchflechtenden grobmaschigen Capillarnetze ablösen und auf dem Objectträger ausbreiten; denselben Dienst leistet verdünnte Salzsäure (1 Theil käufliche Säure auf 4 Theile Wasser). Bemerkt mag noch werden, dass in den mittleren Lagen der Epidermis sich Pigmentzellen vorfinden, die mit ihren Ausläufern ein zierliches Netz zwischen den Epidermiszellen bilden, und solche auch zwischen die Zellen der tiefsten Schichte senden. Ob diese Fortsätze mit dem oben erwähnten Zellennetze in Verbindung stehen, habe ich nicht ermittelt, kann aber die Möglichkeit nicht bestreiten, da ich Ausläufer der letzteren durch den hellen Bindegewebssaum in der Richtung gegen die Epidermis ziehen sah.

Das Protoplasmanetz erstreckt sich jedoch nicht bloss in horizontaler Flucht über die Froschhaut, sondern umgibt manchmal auch korbartig die Drüsen und schickt regelmässig Fortsetzungen in das zwischen den grossen Körnerdrüsen der Rückenwülste befindliche Bindegewebe und in die früher beschriebenen Säulen; diese sind es, an denen man mittelst der unten anzugebenden Methode den Übergang der marklos gewordenen Nervenfasern in das Protoplasma der Pigmentzellen regelmässig nachweisen kann.

Die Hautnerven des Rückens treten theils zu beiden Seiten der Wirbelsäule heraus, durchsetzen dann in langem Verlaufe die

Lymphsäcke (Lymphsinus), theils verlaufen sie durch die beiden Hautmuskeln, den beiden Seitenwülsten entsprechend. Beiderlei Nervenstämme verweben sich dann in dem zarten Bindegewebe an der Unterfläche der Haut zu einem reichen Geflechte. Von diesem treten Stämmchen in die erwähnten Säulen. Das weitere Verhalten derselben wird unten angegeben werden.

Zur Untersuchung desselben eignet sich der grüne Wasserfrosch, da bei dem Grasfrosche das überall schwarz erscheinende Geflecht von Ausläufern die Beobachtung bedeutend erschwert.

Die frisch abpräparirte Rückenhaut wird in 3 bis 4 Längsstreifen geschnitten und dieselben in eine Mischung von Wasser und Eisessig von der bereits angegebenen Concentration gelegt, worin die Objecte 5 bis 6 Stunden, je nach der Dicke der Haut auch länger (bis 12 Stunden) bleiben. Als Regel kann bloss angegeben werden, das Object bleibe so lange in der Flüssigkeit, bis dasselbe etwa auf das Dreifache seiner ursprünglichen Dicke aufgequollen ist. Lässt man es länger darin, so bilden sich blasenförmige Erhebungen. Die aufgequollene Haut wird oberflächlich abgewaschen und in eine schwache Lösung von Goldchlorid (0·1%) gelegt, wo sie 12 Stunden verbleibt, um dann abgewaschen und in Prichard'scher Flüssigkeit 24 Stunden lang im Lichte reducirt zu werden; manchmal gelang mir die Reduction im Dunkeln besser.

Die so präparirte Haut ist gewöhnlich hart genug, um in einem gut gehärteten und entsprechend gespaltenen Leberstücke geschnitten zu werden. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, dann kann das Präparat, ohne wesentlichen Schaden zu erleiden, ½ Stunde bis 1 Stunde lang in Alkohol gehärtet werden. Die Schnitte werden mit einem von Alkohol befeuchteten Messer angefertigt, in Wasser suspendirt und in Glycerin eingeschlossen.

An denselben zeigt sich die Hauptmasse des Bindegewebes hell und durchsichtig, an der Grenze beider Bindegewebslager ein scharfer rother bis blauer, etwas glänzender Contour, von dem die Fortsätze der nicht pigmentirten Bindegewebskörperchen zu entspringen scheinen. [1]

[1] Man kann beide Bindegewebslager mit einem Zuge der präparirenden Nadeln von einander trennen, wobei der Contour auf dem einen oder dem andern der getrennten Theile haften bleibt. In dem unteren sind die

Am schönsten gefärbt erscheinen aber die Nervenfasern gesättigt purpurn bis violett. Die Nervenfasern, welche von der Unterfläche durch die Bindegewebssäulen nach oben treten, verlieren ihr Mark entweder schon an der Unterfläche oder erst in den Säulen oder noch weiter oben.

Ihr Schicksal ist, so viel ich ermitteln konnte, ein vierfaches. Ein Theil derselben zweigt von den vertical aufsteigenden nahezu in einem rechten Winkel ab, und bildet in den mittleren Lagen der Cutis ein reiches, feinästiges Netz mit rechteckigen Maschenräumen und schönen kernhaltigen Anschwellungen, meist an den Knotenpunkten. Die weiter aufsteigenden Nervenfasern bilden theils ein Geflecht um die Drüsen, theils treten sie durch den hellen Bindegewebssaum unter der Epidermis, von dem sie eine röhrige Scheide erhalten und ich sah sie in einer Höhe über dem beschriebenen Saume, die der Dicke der Epidermis nahezu gleichkommt noch so compact beisammen, dass es nicht unmöglich erscheint, dieselben verzweigten sich in der Epidermis. Die letzten endlich, denen ich meine besondere Aufmerksamkeit zuwendete, übergehen in das Protoplasma jener schon erwähnten Pigmentzellen, die, nach oben hin mit dem continuirlichen Netze durch dünne Ausläufer zusammenhängend, zwischen die Körnchendrüsen der Rückenwülste und in die Bindegewebssäulen herunterreichen. Diese Pigmentzellen gehen nach unten in einen breiten Fortsatz aus, der meist ohne scharfe Grenze in die breite marklose Nervenfaser übergeht.

Das Pigment, im Centrum der Zelle am dichtesten, verliert sich nach unten, in feiner Schattirung immer spärlicher werdend, bis man eine kurze Strecke von der Zelle entfernt nur noch kurze, feinpunktirte Pigmentlinien beobachten kann.

Nur in zwei Fällen konnte ich einen scharfen Rand des Pigmentes beobachten. (Fig. 1 und 2.)

Lücken, in denen die Bindegewebssäulen gelegen hatten, während diese selbst von der oberen Partie herabhängen. Bleibt der Contour an dem unteren derben Bindegewebslager haften, so kann man ihn an einzelnen Stellen durch Nadelpräparation leicht abheben und überzeugt sich dann, dass er den Schnitt durch eine Membran darstellt. Man kann also füglich von einer „Arcadenmembran“ sprechen.

Auch die Contouren der auffallend breiten Nervenfasern übergehen in die der Pigmentzellen ohne Unterbrechung.

Dieses Verhalten konnte ich so oft beobachten, dass ich dasselbe für ein ganz regelmässiges halten muss. An glücklich geführten Schnitten war dasselbe oft je zweimal nachzuweisen. Sehr häufig lief die Nervenfaser scheinbar in ein pigmentirtes Ende aus, offenbar war hier die Zelle abgeschnitten worden, der untere breite Fortsatz aber ist mit der Nervenfaser in Verbindung geblieben.

An den flächenhaft ausgebreiteten Theilen des Zellennetzes eine Endigung nachzuweisen, war ich nicht im Stande. Sollte in der That hier keine vorhanden sein, so würde man durch das gleichmässige physiologische Verhalten der Zellen auf die Annahme hingewiesen werden, es werde von einer in die Tiefe reichenden Zelle aus, welche die Verbindung mit dem Nervensysteme herstellt, je eine kleine Area des Zellennetzes innervirt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Nervenfaser aus dem Bindegewebe zwischen zwei grossen Drüsen in das Protoplasma einer Pigmentzelle übergehend, nachdem sie vorher zwei Seitenäste abgegeben; an der Theilungsstelle ist ein Kern sichtbar. Das dunkelschwarze Pigment setzt sich mit einem scharfen Rande ab.

Fig. 2. Nervenfaser aus einer Bindegewebssäule in eine Pigmentzelle übergehend; Farbe und Rand des Pigmentes wie in Fig. 1.

Fig. 3, 4. Dasselbe. Das Pigment ist bräunlich und übergeht, immer spärlicher werdend, in feiner Schattirung auf den in die Nervenfaser übergehenden Fortsatz.

Fig. 5 zeigt dasselbe Verhalten an einer zwischen zwei Drüsen liegenden Pigmentzelle. Der Zellkern ist hier deutlich sichtbar, auch die Nervenfaser hat unmittelbar vor ihrem Übergange in die Zelle einen Kern.

Anmerkung. Die nach oben ziehenden Fortsätze stellen in allen Abbildungen die Verbindungsfäden mit dem Protoplasmanetze dar. Studirt wurden alle diese Bilder bei Hartnack. Obj. 8. Oc. 3.

Ehrmann: Ueber Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Autor del. lith. Dr. J. Heitzmann.

K. K. Hof- u. Staatsdruckerei.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXIV. Bd. III. Abth. 1881.

XVI. SITZUNG VOM 23. JUNI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der oberösterreichischen Statthalterei eingelieferten graphischen Darstellungen der Eisverhältnisse an der Donau im Winter 1880 bis 1881 nach den Beobachtungen zu Aschach, Linz und Grein.

Das w. M. Herr Dr. L. J. Fitzinger übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Untersuchungen über die Artberechtigung einiger seither mit dem gemeinen Bären *(Ursus Arctos)* vereinigt gewesenen Formen."

Das w. M. Herr Director Dr. F. Steindachner übersendet eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der Meeresfische Afrika's (und Beschreibung einer neuen Sargus-Art von den Galapagos-Inseln)."

Das c. M. Herr Director C. Hornstein Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Johann Mayer, Stud. philos. an der Prager Universität: „Über die Bahn des Kometen 1880 *b*."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. E. Heinricher, Assistenten am botanischen Institute der Universität Graz, betitelt: „Die jüngsten Stadien der Adventivknospen an der Wedelspreite von *Asplenium bulbiferum*."

Herr Dr. Max Margules in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über Bewegungen zäher Flüssigkeiten und über Bewegungsfiguren."

Herr Dr. Ed. Mahler in Wien übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Das Erzeugniss einer Tangenteninvolution auf einer Curve m^{ter} Ordnung und eines mit ihr projectivischen Curvenbüschels n^{ter} Ordnung."

Herr F. Strohmer, erster Assistent der Versuchsstation des Centralvereins für Rübenzucker-Industrie in Wien, übersendet eine Abhandlung: „Über das Vorkommen von Ellagsäure in der Fichtenrinde."

Der Secretär legt zwei versiegelte Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor:

1. Von Herrn Ernest Schneider in Wien mit der Aufschrift: „Versuch zur Construction eines sehr stark vergrössernden Fernrohres."
2. Von Herrn Dr. J. Puluj, Privatdocent an der Wiener Universität, welches ohne Inhaltsangabe eingesendet wurde.

Das w. M. Herr Prof. A. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über das Vorkommen von Äpfelsäure und Citronensäure im Chelidonium majus", von Herrn Ludwig Haitinger.

Das w. M. Herr Prof. v. Lang überreicht eine Abhandlung: „Über die Brechungsquotienten einer concentrirten Cyaninlösung."

Herr Prof. Dr. M. Neumayr in Wien überreicht einen Aufsatz: „Morphologische Studien über fossile Echinodermen."

Herr Prof. Neumayr überreicht ferner eine von ihm und Herrn Dr. E. Holub ausgeführte Arbeit: „Über einige Fossilien aus der Uitenhage-Formation in Süd-Afrika."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Tomo XVII. Mayo 15. Entrega 202. Habana, 1881; 8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires de la Section des sciences. Tome IX. — IIIe Fascicule. Année 1879. Montpellier, 1880; 4°.

— — Mémoires de la section de Médecine. Tome V. IIe Fascicule. Années 1877—1879. Montpellier, 1879; 4°.

— — Mémoires de la Section des Lettres. Tome VI. — IVe Fascicule. Années 1878—1879. Montpellier, 1880; 4°.

— de Médecine: Bulletin. 45e Année 2me Série. Tome X. Nos. 22, 23 & 24, Paris, 1881; 8°.

— royale de Copenhague: Oversigt, 1880 Nr. 3 Kjøbenhavn; 8° — 1881 Nr. 1. Kjøbenhavn; 8°.

Accademia, R. delle Scienze fisiche e matematiche: Atti, Vol. VII & VIII. Napoli, 1878 & 1879; 4⁰.

— — Rendiconto. Anni XV, XVI, XVII & XVIII. Napoli. 1876—1879; 4⁰.

Akademie, kaiserliche Leopoldino Carolinisch-deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII. Nr, 9—10. Halle a. S. 1881; 4⁰.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVI. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1881; 8⁰.

Archives des Missions scientifiques et littéraires. 3ᵉ Série. Tome VI. 2ᵉ & 3ᵉ livraison. Paris, 1880; 8⁰.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1883 mit Ephemeriden der Planeten (1) — (217) für 1881. Berlin, 1881; 8⁰.

Chemiker-Zeitung; Central-Organ. Jahrgang V Nr. 24. Cöthen, 1881; 4⁰.

Commission de la Carte géologique de la Belgique: Texte explicatif du Levé géologique de la Planchette de Kermpt (Bolderberg). Bruxelles, 1881; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCII. Nr. 23. Paris, 1881; 4⁰.

Ecker, A., Beiträge zur Kenntniss der äusseren Formen jüngster menschlicher Embryonen. Besitzt der menschliche Embryo einen Schwanz? Briefliche Mittheilung an W. His. Freiburg, 1881; 8⁰.

Gesellschaft, Astronomische: Vierteljahrschrift. XV. Jahrgang, 4. Heft, Leipzig, 1880; 8⁰.

— deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 10. Berlin, 1881; 8⁰.

— physikalisch-medicinische, in Würzburg: Verhandlungen. N. F. XV. Band, 3 & 4 Heft. Würzburg, 1881; 8⁰.

His, Wilhelm: Über den Schwanztheil des menschlichen Embryo. Antwortschreiben an Hrn. Geh. Rath A. Ecker in Freiburg i. B. 8⁰.

Istituto y Observatorio di Marina de San Fernando: Anales, San Fernando, 1879; fol.

— R. di studi superiori pratici e di perfezionamento in Firenze: Publicazioni. Sezione di medicina e chirurgia: Del processo

morboso de Colera asiatico. Memoria del Dott. Filippo Pacini. Firenze, 1880; 8°.

Jahrbuch der königl. ungarischen, geologischen Anstalt: Mittheilungen. IV. Band 4. Heft. Budapest, 1881; 8°.

Jena, Universität: Akademische Schriften pro 1880; 63 Stücke 4° & 8°.

Journal, the American of Otology. Vol. III. Nr. 2. New-York, 1881; 8°.

— the American of Science. Vol. XXI. Nos. 124, 125 & 126. New-Haven, 1881; 8°.

Mahler, Eduard, Dr.: Die Fundamentalsätze der allgemeinen Flächentheorie. 2. Heft, Wien, 1881; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1881. 4. Heft. Wien, 1881; 8°.

Observatory, the: A monthly review of astronomy. Nr. 50, June 1. London, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Dr. Ph. Carl. XVII. Band, 7. Heft. München und Leipzig, 1881; 8°. — Central-Register zu Band I—XV. München und Leipzig, 1881; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVII. (2e série. -- Tome II). Comptes rendus des séances. 6. Paris, 1881; 8°.

— géologique de Belgique: Annales. Tome VI. 1878—1879. Berlin, Liége, Paris, 1879—1881; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLI. Nr. 7. May 1881. London; 8°.

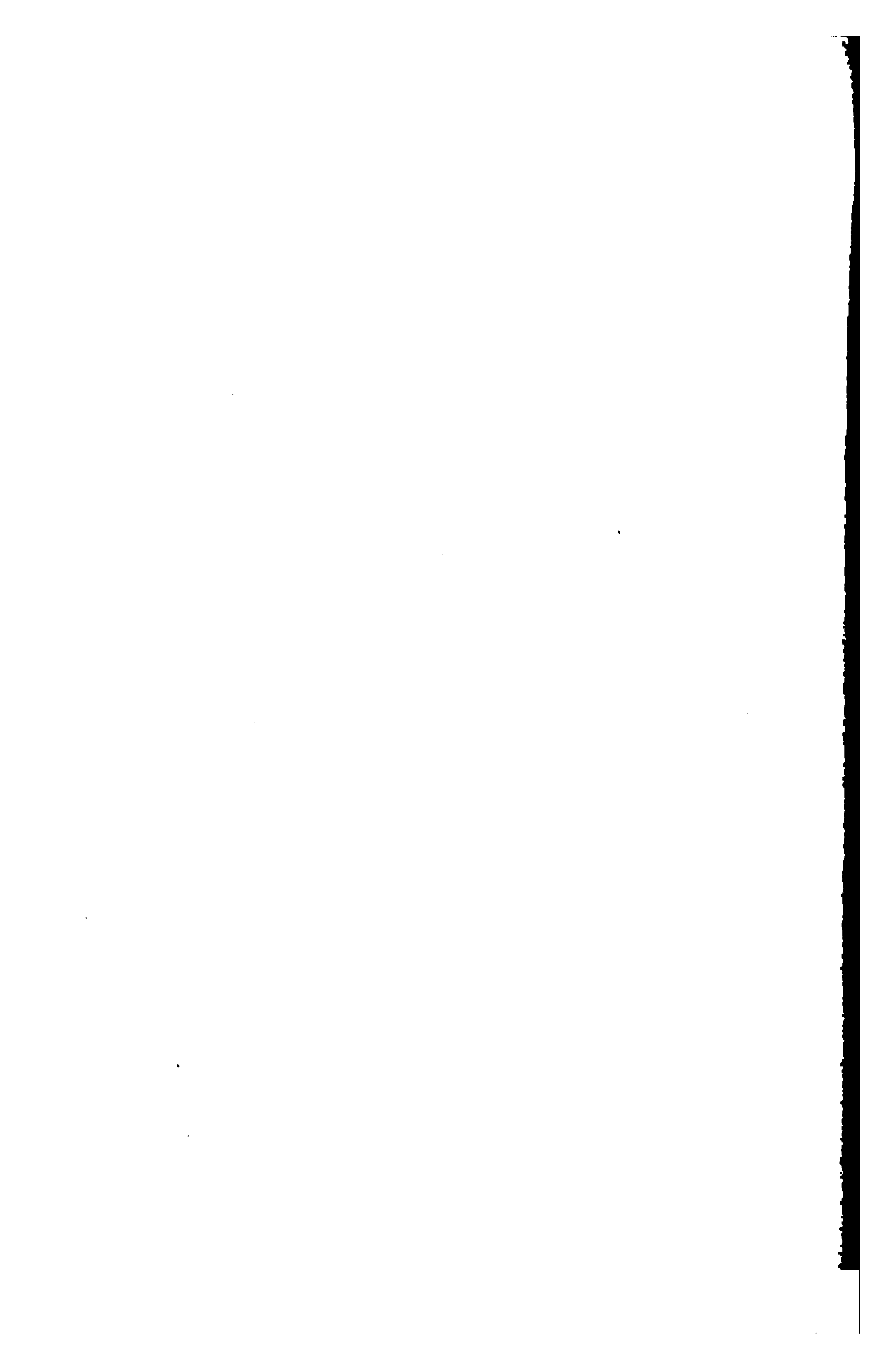
— the royal microscopical: Journal. Ser. II, Vol. I. part. 3. June 1881. London; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXII. Band, 7. & 8. Heft, 1881. Wien; 8°.

— naturwissenschaftlicher zu Bremen: Abhandlungen. VII. Band. 1 & 2. Heft. Bremen. 1880—81 8°. — Beilage Nr. 8. Bremen, 1880; 8°.

Vierteljahresschrift, österreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. XV. Band. — 1. Heft. (Jahrgang 1881. I.). Wien, 1881; 8°.

Wiener Medicinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1881; 4°.



Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe erscheinen daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden drei gesonderten Abtheilungen, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

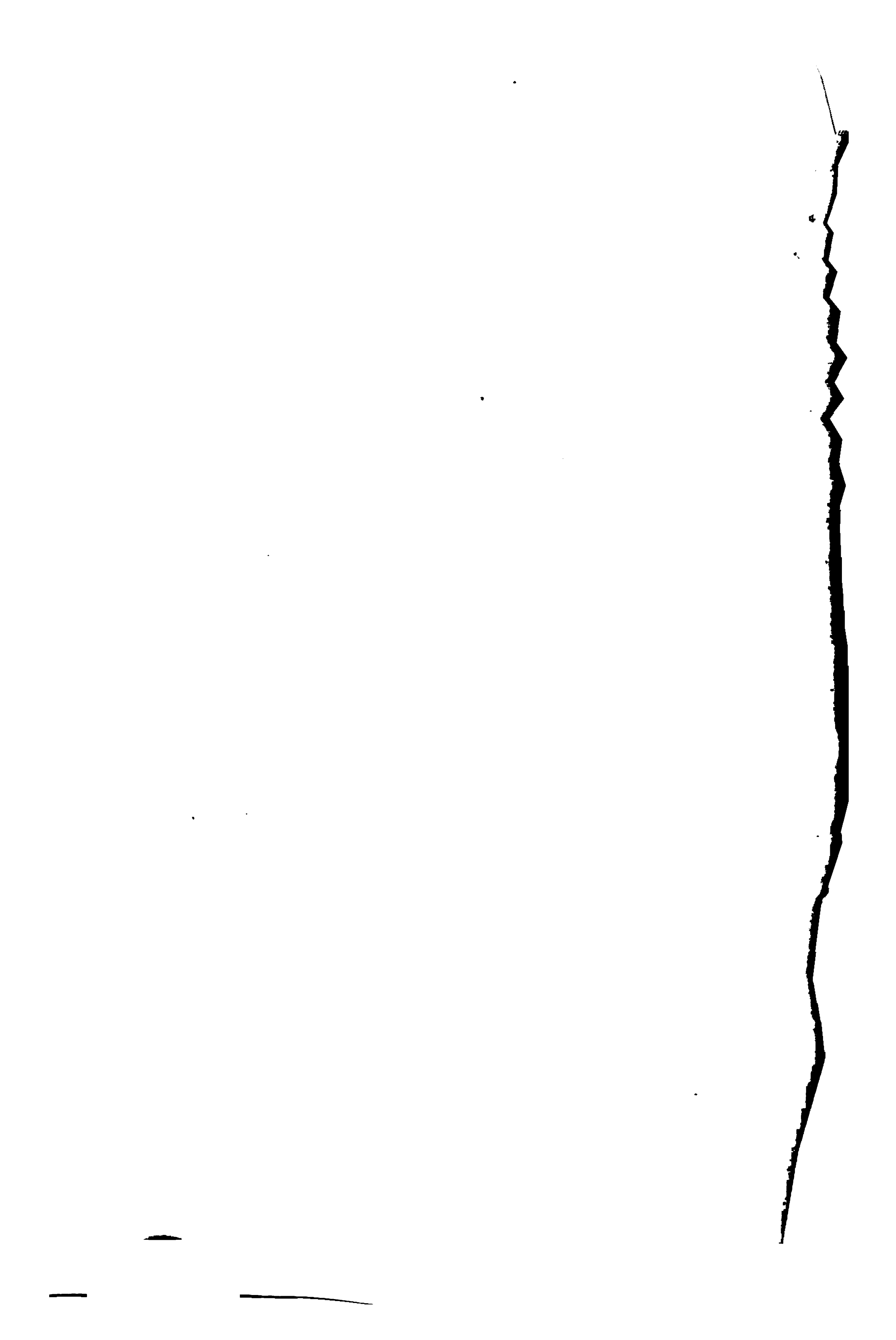
III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichniss ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden vom Jahre 1880 an noch in besonderen Heften unter dem Titel: „Monatshefte für Chemie und verwandte Theile anderer Wissenschaften" herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 5 fl. oder 10 Mark.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung, ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. BAND. II. HEFT.

Jahrgang 1881. — Juli.

(Mit 3 Tafeln und 7 Holzschnitten.)

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1881.

INHALT

des 2. Heftes Juni 1881 des LXXXIV. Bandes, III. Abth. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Preis des ganzen Heftes: 1 fl. 75 kr. = 3 RMk. 50 Pfg.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. Band. II. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.



XVII. SITZUNG VOM 7. JULI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 23. Juni l. J. erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, des kaiserlich russischen Staatsrathes Dr. Mathias Jakob v. Schleiden.

Die Mitglieder erheben sich zum Zeichen des Beileids von ihren Sitzen.

Die Direction der k. k. Sternwarte Wien übersendet eine Mittheilung über den seit der vorigen Woche auf der nördlichen Hemisphäre sichtbaren Kometen.

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine zweite „vorläufige Mittheilung über die Spermogonien der Aecidiomyceten“, von Herrn Emerich Ráthay, Professor an der k. k. oenologisch-pomologischen Lehranstalt zu Klosterneuburg.

Herr Prof. Dr. Franz Exner in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über galvanische Elemente, die nur aus Grundstoffen bestehen und über das elektrische Leitungsvermögen von Brom und Jod.“

Der Secretär legt ein am 30. Juni d. J. an die Akademie gelangtes versiegeltes Schreiben von Herrn Eugen Block, Astronom in Odessa, behufs Wahrung der Priorität bezüglich des Inhaltes vor.

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter überreicht eine Arbeit des Herrn Custos Dr. Aristides Brezina als Fortsetzung von dessen „Orientirung der Schnittflächen an Eisenmeteoriten mittelst der Widmannstädten'schen Figuren“.

Herr Hofrath v. Hochstetter überreicht ferner einen dritten Bericht desselben Verfassers „Über neue oder wenig bekannte Meteoriten“.

Das w. M. Herr Prof. Dr. v. Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Zur Kenntniss der Dichinoline", von Herrn Dr. H. Weidel.
2. „Über die Bestandtheile des Copaïvabalsams (Maracaïbo) und die käufliche sogenannte Copaïva- und Metacopaïvasäure", von Herrn Richard Brix.

Das w. M. Herr Prof. A. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium von den Herren Dr. A. Schlosser und Dr. Zd. H. Skraup ausgeführte Arbeit, betitelt: „Synthetische Versuche in der Chinolinreihe." (II. Mittheilung.)

Herr Dr. A. Spina, Assistent am Institut für experimentelle Pathologie in Wien, überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Untersuchungen über die Mechanik der Darm- und Hautresorption."

Herr Dr. Theodor Openchowsky aus Kiew überreicht eine im Institute des Herrn Prof. Stricker in Wien ausgeführte Arbeit: „Über die Druckverhältnisse im kleinen Kreislauf."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 50 Année, 3[e] série, tome 1. Nos. 3—4. Bruxelles, 1881. 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII 1880—81, serie terza. Transunti. Vol. V. Fascicoli 9°—13°. Roma, 1881; 4.

— pontificia de' Nuovi Lincei. Atti Anno XXXIII. Sessione VII[a] del 20 Guigno 1880. Roma, 1880; 4°.

— R. delle scienze di Torino: Atti. Vol. XVI, Disp. 1[a]—5[a]. Torino, 1880—81; 8°.

Akademie königliche der Wissenschaften: Öfversigt af Förhandlingar. 37 Årg. Nos. 8—10. 1880. Stockholm, 1881; 8°.

— Astronomiska Jagttagelser och Undersökningar. I. Band 2. Heft. Stockholm, Leipzig, Paris 1881; 4°.

Ateneo veneto: Atti. Ser. III. Volume I. Anno academico 1877—78. Puntata IV. Venezia, 1878; 8°. Ser. III. Vol. II. Puntata I—IV. Venezia, 1879—80; 8°. Ser. III. Vol. III. Puntata I—II. Venezia, 1880; 8°.

Central-Anstalt, k. k., für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. Jahrgang 1880. N. F. XVII. Band; der ganzen Reihe XXV. Band, I. Theil. Wien, 1881; gr. 4⁰.

Central-Commission, k. k. zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale: Mittheilungen VII. Band, 2. Heft. Wien 1881; gr. 4.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII, Nos. 24 & 25. Paris, 1881; 4⁰.

Ferdinandeum: Zeitschrift für Tirol und Vorarlberg, III. Folge. 26. Heft. Innsbruck, 1881; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 23. Heft, Mars 1881 Yokohama; Fol. April, 1881. Yokohama; Fol.

— k. k. der Aerzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1881. I. Heft. Wien; 8⁰.

— naturhistorische zu Hannover: XXIX—XXX. Jahresbericht für die Geschäftsjahre 1878—80. Hannover, 1880; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XLII. Jahrg. Nr. 18—26. Wien, 1881; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 18—26. Wien, 1881; 4⁰.

— — Zeitschrift. XXXIII. Jahrgang, II. und III. Heft. Wien, 1881; Fol.

Institut, königl. preuss. geodätisches: Publication. Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1879 und 1880. Berlin, 1881; 4⁰.

— Die Ausdehnungscoëfficienten der Küstenvermessung; von Dr. Alfred Westphal. Berlin, 1881; 4⁰.

— Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde; von Wilhelm Seibt. Berlin, 1881; 4⁰.

Istituto, R. veneto di scienze, lettere ed arti: Atti. Tomo VI, serie 5. Venezia, 1879—80. Dispensa decima. Venezia, 1879—80; 8⁰.

— — Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle provincie venete del Prof. Torquato Taramelli. Venezia, 1880; Fol.

Königsberg, Universität: Akademische Schriften pro 1880—81 32 Stücke 8⁰ und 4⁰.

Museum d'Histoire naturelle: Rapports annuels 1879—80. Paris, 1880, 1881; 8°.

Nature: Vol. XXIV. Nr. 609. London, 1881; 8°.

Observatoire, royal de Bruxelles; Annales. N. S. Annales astronomiques. Tome III. Bruxelles 1880; 4°. — Annales météorologiques. IIe série. Tome I. Bruxelles, 1881; 4°. — Annuaire. 1880, 47e Année. Bruxelles, 1879; 12° 1881, 48e Année. Bruxelles, 1880; 12°.

— météorologique de l'Université d'Upsal: Bulletin mensuel. Vol. XII. Année 1880, Upsal, 1880—81; 4°.

Osservatorio della regia università di Torino: Bollettino. Anno XV (1880). Torino, 1881; quer 4°.

Società degli spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X. Dispensa 2.—3. Febbraio e Marzo 1881. Roma, 4°.

Societas entomologica rossica: Horae. T. XV. 1879. St. Pétersbourg, 1880; 8°.

Société des sciences de Nancy: Bulletin. Série II. Tome IV. — Fascicule 10. 12e Année 1879. Paris, 1880; 8°.—Fascicule 11. 13e Année 1880. Paris, 1880; 8°

Society, the American geographical: Bulletin. 1880. Nr. 4. New-York 1881; 8°.

— the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLI. Nr. 6. April 1881. London; 8°.

Sternwarte, k. k. zu Prag: Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen im Jahre 1880. XLI. Jahrgang. Prag; 4°.

Verein für Landeskunde von Niederösterreich. Blätter. N. F. XIV. Jahrgang. Nr. 1—12. Wien, 1880; 8° — Topographie von Niederösterreich. II. Band. 7.—8. Heft. Wien, 1880; 4°.

— für Natur- und Heilkunde zu Pressburg: Verhandlungen. Jahrgang 1875—80. N. F. 4. Heft. Pressburg, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 26 und 27. Wien, 1881; 4°.

Zoologische Station zu Neapel: Mittheilungen zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. II. Band, 4. Heft. Leipzig, 1881; 8°. — Dritter Nachtrag zum Bibliothekskatalog. Leipzig, 1881; 8°.

XVIII. SITZUNG VOM 14. JULI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett übersendet eine von den Herren Professoren Julius Glax und Rudolf Klemensiewicz in Graz ausgeführte Arbeit, unter dem Titel: „Beiträge zur Lehre von der Entzündung." (I. Mittheilung.)

Das w. M. Herr Prof. E. Linnemann übersendet eine im chemischen Laboratorium der Universität Prag ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung von Metallen auf den α-Brompropionsäureäthyläther", von Herrn Mag. pharm. E. Scherks.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „*Completoria complens* Lohde, ein in Farnprothallien schmarotzender Pilz."

Herr Prof. Dr. Adalbert Adamkiewicz übersendet eine vorläufige Mittheilung aus dem Institute für experimentelle Pathologie der Universität Krakau: „Über die mikroskopischen Gefässe des menschlichen Rückenmarkes."

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung des Herrn N. Ritter v. Lorenz, Assistenten an der k. k. Hochschule für Bodencultur: „Über die Einwirkung von metallischem Blei auf wässerige Bleinitratlösungen" vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ritter v. Brücke überreicht im physiologischen Institut durchgeführte Untersuchungen des stud. med. Ambros W. Meisels, in denen die Trennung von Zooid und Oekoid an den rothen Blutkörperchen aller vier Abtheilungen der Wirbelthiere nachgewiesen wird.

Das w. M. Herr Hofrath Petzval, überreicht eine Abhandlung von Herrn Joh. Franke, Professor der technischen Hoch-

schule in Lemberg, unter dem Titel: „Über geometrische Eigenschaften von Kräfte- und Rotations-Systemen in Verbindung mit Liniencomplexen."

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Beiträge zur Kenntniss des Catechins" von Herrn C. Etti.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung der Salpetersäure auf einige gebromte Fettkörper," von Herrn Dr. J. Kachler.

Das c. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Zur Kenntniss der motorischen Rindenfelder."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 45ᵉ année, 2ᵉ série. Tome X. Nrs. 25, 26 & 27. Paris, 1881; 8°.

Akademie der Wissenschaften, kön. bair. zu München: Sitzungsberichte der mathem.-physikalischen Classe. 1881. Heft III. München; 8°.

— — Die Regenverhältnisse in Indien, nebst dem indischen Archipel und in Hochasien. Theil I: Die Beobachtungen im nördlichen Indien, von Ost gegen West; von Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski. München, 1881; 4°. Theil II. Reihe A: Die Beobachtungen im centralen und im südlichen Indien; von Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski. München, 1881; 4°.

Annales des Mines. VIIᵉ série. Tome XVIII. 6ᵉ livraison de 1880. Paris, 1880; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 18, 19 & 20. Wien, 1881; 8°.

Astronomische Mittheilungen von Dr. Rudolf Wolf. LII. Beobachtungen der Sonnenflecken im Jahre 1880. Zürich, 1881; 8°.

Bern. Hochschule: Akademische Schriften aus dem Jahre 1879—1880. 55 Stücke; 4° & 8°.

Central-Station, königl. meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreiche Bayern. Jahrgang III. Heft 1. München, 1881; 4°. — Übersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern während des April 1881; Fol.

Chemiker-Zeitung: Centralorgan. Jahrgang V. Nr. 25—27. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nr. 26. Paris, 1881; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift, II. Jahrgang 1881, Heft 6. Juni, Berlin, 1881; 4°.

Gesellschaft, österreichische, für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. Juli-Heft 1881, Wien; 8°.

— deutsche, chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 11. Berlin, 1881; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Jahrgang 1881. 5. & 6. Heft. Wien; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. VII. Gotha, 1881; 4°.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville. Journal mensuel. XXVe année, 3e série. Tome XI. 475e livraison. Juillet 1881; 4°.

Nature. Vol. XXIV. Nr. 610. London, 1881; 8°.

Nuovo Cimento: Terza serie. Tomo IX. Aprile, Maggio e Giugno 1881. Pisa; 8°.

Osservatorio del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Anno XV, 1879—1880. Nrs. 10—12. Torino, 1880; 4°. Seria II. Vol. I. Nrs. 1, 2 & 3. Torino, 1881; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 8 & 9. Wien, 1881; 8°.

Riedel, Josef: Die Wasserverhältnisse in Schlesien. Wien, 1881; 8°.

Rossini, Stefano: Della Tenia nel corpo umano. Pisa, 1880; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVIII. (2e série. Tome 3e) 1881. Comptes rendus des séances. 1. Paris; 8°. Revue bibliographique. A. Paris; 8°.

— impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1880. Nrs. 3 & 4. Moscou, 1881; 8°.

Société impériale des Amis d'Histoire naturelle, d'Anthropologie et d'Ethnographie. Tome XXVI, livraisons 2 & 3; Tome XXXII, livraisons 2 & 3; Tome XXXIX, livraison 1; Tome XXXIII, livraison 1; Tome XXXV, partie 1re, livraison 3; Tome XXXVIII, livraison 3 et XXXIX, livraison 2; Tome XXXVII, supplement Nr. 1 et Tome XL. Moscou, 1880—1881; gr. 4°.

Trafford, François W. C.: Souvenir de l'Amphiorama ou la Vue du Monde pendant son passage dans une comète pour la première fois observé. Zürich, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 28. Wien, 1881; 4°.

Zur Kenntniss der motorischen Rindenfelder.

Von Prof. **Sigmund Exner,**
Assistenten am physiologischen Institute in Wien.

Durch meine „Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen“[1] war ich zu der Ansicht geleitet worden, dass es Muskelgruppen gibt, welche ihr motorisches Rindenfeld nicht nur, wie allgemein angenommen wurde, in der gekreuzten Hirnhemisphäre, sondern auch in der gleichseitigen haben. Und zwar waren jene Muskeln, welche im Leben gewöhnlich oder immer gleichzeitig innervirt werden, in dieser Weise gemeinschaftlich in jeder Hemisphäre vertreten. Wir haben uns also vorzustellen, dass z. B. die Impulse zu einer Kaubewegung von dem Gebiete einer Hemisphäre ausgehen können, obwohl die betheiligten Muskeln zur Hälfte auf Seite eben dieser Hemisphäre liegen.

Ein weiterer Punkt, auf den ich das Augenmerk gelenkt habe, war der, dass das einzelne Rindenfeld nicht scharf endet, sondern in die Umgebung allmählig ausläuft. Dabei musste ich die Frage offen lassen, ob die Stabkranzfasern, welche die Erregungen von der Rinde aus nach abwärts führen, blos von den intensivsten Antheilen des Rindenfeldes oder auch von den Stellen geringerer Intensität ausgehen.

Ich bin nun bei Gelegenheit von Untersuchungen, die anderen Zielen nachgehen, auf die Thatsache gestossen, dass die beiden genannten Punkte, die ich bisher nur aus Krankengeschichten und als für den Menschen giltig erschlossen hatte, sich mit Leichtigkeit durch das Thierexperiment bestätigen lassen.

---

[1] Wien bei Braumüller, 1881.

Meine Versuche beziehen sich auf das Rindenfeld der Vorderextremität der Kaninchen.

1. Die doppelseitige Innervation durch eine Hemisphäre. Offenbar hängt es mit der geringen Geschicklichkeit des Kaninchens zusammen, dass sich die Muskeln seiner vorderen Extremitäten ähnlich verhalten wie unsere Kaumuskeln, Lidmuskeln u. dergl. Das Thier ist eben nicht im Stande, in gleichem Maasse eine Pfote unabhängig von der anderen zu bewegen wie dies höher stehende Thiere können.

Es war mir schon lange bekannt, und ist gewiss Jedem, der derartige Versuche gemacht hat, aufgefallen, dass bei Reizung eines Rindenfeldes für die vordere Extremität des Kaninchens — ich will hier nur von diesem sprechen — leicht die gleichseitige Vorderpfote in Mitbewegung geräth. Es liegt der Gedanke zu nahe, dass Stromschleifen von der ohnehin nahe der Medianebene liegenden Reizungsstelle[1] in die andere Hemisphäre, oder in tiefer gelegene Hirnantheile eindringen, als dass die Sache zur weiteren Untersuchung einladen würde; um so weniger, als die Zuckung oder die Bewegung der gekreuzten Seite immer stärker ist, als die der ungekreuzten. Und doch ist letztere durch Fasern ausgelöst, welche von der gereizten Rindenstelle in die weisse Hemisphärensubstanz eintreten, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht:

a) Schiebt man ein dünnes Glasplättchen zwischen die beiden Hemisphären ein, so dass keine Stromschleifen nach dem Rindenfeld der nicht gereizten Seite gelangen können, so ändert dies nichts an der Erscheinung.

Da es ganz wohl denkbar wäre, dass Commissurfasern des Balkens, welche die beiderseitigen Rindenfelder verbinden eine physiologische Übertragung der Erregung nach der nicht gereizten Hemisphäre vermittelten, so

b) durchschnitt ich den Balken in der Medianebene, was nichts an der Erscheinung änderte, und trug

c) in anderen Versuchen die ganze nach oben gewendete Convexität der nicht gereizten Hemisphäre ab, so dass sicher das

[1] Vergleiche die Abbildung in Ferrier's Functionen des Gehirns übersetzt von Obersteiner, Braunschweig, 1879, pag. 172.

correspondirende Rindenfeld entfernt war, was abermals die Erscheinung nicht beeinflusste.

d) Sobald ich aber mit einem scharfen Messerchen die unter den Elektroden liegende graue Masse von der weissen trennte, sie übrigens vollkommen in ihrer Lage beliess, war die Bewegung der gekreuzten und der gleichseitigen Pfote in Folge der Reizung verschwunden. Gegen jeden derartigen Schnitt verhalten sich beide Pfoten vollkommen gleichartig.

Ich hebe hervor, dass bei all' diesen Versuchen die Elektroden am Maulkorb des Kaninchenhalters befestigt waren, dass man also mit grosser Bequemlichkeit reizen, gleich darauf die von den Elektroden berührte Rindenstelle unterschneiden, und alsbald wieder reizen konnte. Wenn man übrigens die Pfote der ungekreuzten Seite in eine Hand, den Du Bois'schen Schlüssel in die andere Hand nimmt und die secundäre Rolle des Schlittenapparates — ich habe diese Form der Reizung der durch den constanten Strom vorgezogen — allmählig der primären nähern lässt, so bemerkt man, dass die ersten Spuren sichtbarer Zuckungen kaum merklich früher in der gekreuzten Pfote eintreten, als die ungekreuzte durch ein wenig sichtbares aber gut fühlbares Spannen der Zehen ihre Innervation verräth.

Vor etwa zehn Jahren war es wesentlich der Nachweis, dass die Um- und Unterschneidung eines gereizten Rindenstückes die motorische Wirkung dieser Reizung aufhebt, welcher allen Verdacht, man habe es hier mit Stromschleifen zu thun, entkräftete und demnach der Lehre von den localisirten Rindenfunctionen den Weg ebnete. Jetzt nun zeigt derselbe Versuch mit derselben Sicherheit, dass von den Rindenantheilen, welche die gekreuzte Vorderpfote innerviren auch Innervationen in die gleichseitige Pfote gelangen.

Ich hebe übrigens ausdrücklich hervor, dass ich nicht behaupte, je zwei symmetrische Muskeln der beiden Körperhälften seien an derselben Rindenstelle einer Hemisphäre vertreten. Die Bewegungen, welche man an beiden Pfoten bei Reizung einer Hemisphäre beobachtet, tragen vielmehr den Charakter willkürlicher Bewegungscombinationen; es bewegen sich z. B. bei rechtsseitiger Reizung beide Pfoten nach links, bei linksseitiger

beide nach rechts, sowie das Thier die beiden Pfoten bewegen müsste, um sich im ersten Falle nach rechts, im zweiten nach links zu kehren.

2. Das Ausklingen des Rindenfeldes an seiner Grenze. Die Rindenpartie, deren Reizung Bewegung der gekreuzten, und wie wir jetzt hinzusetzen können, auch der ungekreuzten Pfote ergibt, ist viel grösser, als allgemein angenommen wird; der grösste Theil der von oben sichtbaren Convexität der Hirnrinde liefert bei Reizung Bewegung der Vorderpfoten, und zwar nicht durch Stromschleifen. Ferner lässt sich nachweisen, dass die an einer Stelle dieses Rindenfeldes gesetzte Erregung nicht durch in der Rinde parallel der Oberfläche verlaufende Bahnen[1] zu einer circumscripten Rindenstelle geleitet wird, sondern dass diese Erregungen von der Reizungsstelle direct durch Stabkranzfasern in die Tiefe dringen.

Zum Nachweise des Gesagten will ich zunächst einen speciellen Versuch beschreiben:

4. Juli 1881. Das Thier wurde durch Injection von 0·04 Grm. Morph. muriat. narcotisirt, der Schädel aufpräparirt, die Dura beiderseits entfernt, der Sinus falciformis unterbunden und zurückgeschlagen. Die Stelle, deren Reizung bei den schwächsten Strömen Pfotenreaction ergab, wurde aufgesucht (es ist dies die bekannte Stelle, welche allgemein als „Rindencentrum" angegeben wird). Ich reizte sie so, dass die Pfotenreaction eine mässig starke war. Der Rollenabstand des Inductionsapparates betrug hiebei 9·5 Ctm., die Entfernung der beiden Elektroden von einander 3—4 Mm. Während diese liegen blieben, trennte ich das gereizte Rindenstück von allen seinen Verbindungen, ohne es aus der Lage zu bringen. Der Schnitt hielt sich an der Oberfläche 2—3 Mm. von den Elektroden entfernt und kappte die so begrenzte Rinde in einer Tiefe von circa ebensovielen Millimetern ab. Jetzt ergab die Reizung keinerlei

[1] Da ich in neuester Zeit einen enormen Reichthum der Rinde an solchen Nervenfasern nachgewiesen habe, so lag dieser Gedanke, den übrigens auch schon Hitzig geäussert hat, nahe. (Vergleiche meine Abhandlung: „Zur Kenntniss vom feineren Baue der Grosshirnrinde". Wiener akad. Sitzber. 83. Bd., 1881.)

Reaction mehr, auch dann nicht, wenn ich die secundäre Rolle bis auf den Abstand 0 aufschob.

Nun setzte ich die Elektroden auf das Stirnhirn, circa 10 Mm. von der erst gereizten Stelle. Ich erhielt deutliche Bewegung der beiden Pfoten bei einem Rollenabstand von 7 Ctm. Nach Um- und Unterschneidung der gereizten Partie erhielt ich auch bei einem Rollenabstand 0 keine Reaction mehr. Endlich reizte ich hinter der ersten Reizstelle nahe dem Tentorium und erhielt Bewegung beider Pfoten bei dem Rollenabstand 3·3 Ctm. Nach Unter- und Umschneidung der gereizten Stelle keine Reaction mehr, selbst beim Rollenabstand 0.

In anderen Versuchen wurde die Reihenfolge, in welcher diese drei Reizungen vorgenommen wurden, variirt, ferner überzeugte ich mich, dass das Umschneiden der Reizstelle allein (d. h. die Trennung der Rinde von der Nachbarrinde durch einen in sich zurücklaufenden Schnitt der die Stabkranzfasern möglichst wenig berührt) nur eine unbedeutende Schwächung des Reizeffectes hervorruft, welche vermuthlich durch die Nebenschliessung zu erklären ist, welche das aus dem Schnitt hervorquellende Blut bildet. Man kann diesen Einfluss des Blutes das auf der Rinde an der Reizstelle aufliegt, jederzeit wahrnehmen.

Dass man es also z. B. bei Reizung des hinteren Endes der Hirnconvexität nicht mit Stromschleifen zu thun hat, welche in das als klein vorausgesetzte Rindenfeld der Vorderpfote eintreten, geht daraus hervor, dass man dieses letztere gänzlich exstirpiren kann und die Wirkung doch behält; dass es nicht Stromschleifen sind, welche die Stabkranzfasern des präponirten kleinen Rindenfeldes, oder andere in der Tiefe gelegene Hirntheile treffen, erhellt daraus, dass die Wirkung der Reizung nach Unterschneidung der gereizten Stelle sistirt wird; dass es nicht oberflächlich weitergeleitete Erregungen sind, ergibt sich aus der Wirkungslosigkeit einer blossen Umschneidung.

Was ich im obigen Versuche Bewegung der Pfote genannt habe, ist Hebung und Seitwärtsbewegung derselben. Diese Bewegungsform nämlich kann man von allen drei gereizten Punkten erhalten.

Ich will noch hervorheben, dass man die ganze Convexität der Rinde mit Ausnahme einer Partie, auf welcher die Elektroden

sitzen abtragen kann, und auch dann noch in Folge der Reizung Bewegung beider Pfoten erhält.

Es nimmt demnach das Rindenfeld der beiden Extremitäten den grössten Theil der von oben sichtbaren Convexität je einer Hemisphäre ein; von diesem ganzen Rindenfeld gehen Bahnen in die Tiefe ab, und in demselben gibt es eine Stelle, an welcher schon schwächere Ströme einen motorischen Impuls auslösen, als an den umliegenden. Diese entspricht augenscheinlich den „intensiveren Antheilen der Rindenfelder“, die ich beim Menschen gefunden habe.

Untersuchungen über die Mechanik der Darm- und Hautresorption.

Von Dr. **Arnold Spina,**

Assistenten am Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.

I. Darmresorption.

I. Untersuchungen des Darmes in vivo.

Wird der Darm einer lebenden Stubenfliege im Blute derselben vorsichtig ausgebreitet und bei 600facher linearer Vergrösserung untersucht, so erscheint das Epithel, je nachdem das Darmrohr sich im contrahirten oder dilatirten Zustande befindet, verschiedenartig geformt.

Im Zustande der Dilatation präsentiren sich die Zellen im optischen Längsschnitte des Darmrohrs in der Form plancovexer Linsen, welche mit der planen Fläche der *Membrana propria* aufsitzen, deren convexe Flächen aber dem Darmlumen zugekehrt sind.

Die Zellgrenzen sind bald deutlich, bald gar nicht zu sehen. Im letzteren Falle bilden die Zellen einen dünnen, continuirlichen Protoplasmabelag, aus dessen Ebene sich hie und da ein kleines Hügelchen erhebt.

Das Epithel wird nach innen, gegen das Darmlumen zu, von einer Schichte überzogen, welche senkrecht zur Darmwand dicht gestreift erscheint. Diese Schichte schmiegt sich allen Erhabenheiten und Vertiefungen des epithelialen Belags innig an. An Stellen, an denen die Spatien zwischen den Zellen bis an die *Membrana propria* heranreichen, scheint diese Schicht der *Membrana propria* unmittelbar aufzuliegen.

Diese Schicht entspricht ihrem Gefüge nach dem „Stäbchenorgane“ der Autoren.

An contrahirten Darmstücken gestaltet sich das Bild in anderer Weise.

Der Protoplasmamantel ist um ein vielfaches verdickt und in cylindrische oder prismatische Protoplasmastücke — die bekannten Cylinderzellen — abgetheilt. Dieselben divergiren, durch mehr oder weniger breite Spatien von einander getrennt, gegen das Darmlumen zu, wie die Theile eines entfalteten Fächers. Sind die Spalten zwischen den Zellen breit und tief, dann ragen die Zellen frei in die Lichtung des Darmes hinein, etwa nach Art der Zellen des Dünndarmes. Und ebenso wenig, als zwischen den Zellen eine Kittsubstanz vorhanden ist, ebenso wenig ist sie es auch zwischen den Epithelzellen. Die Spalten zwischen den Zellen stellen demgemäss nichts Anderes als seitliche Abzweigungen des Darmlumens vor.

Die gestreifte Schichte überzieht auch hier in ununterbrochener Flucht die Epithellage, aber sie hat sich in manchen Stücken geändert. Ihr Dickendurchmesser ist geringer, ihre Streifung undeutlicher, an manchen Orten vollends unsichtbar geworden.

Stellt man auf den optischen Längsschnitt der Darmwand ein, dann sieht man, wie diese Schichte von einer Zellkuppe in das nächste Spatium herabsteigt, am Grunde desselben umbiegt, an der anderen Seite wieder emporsteigt, um die nächste Kuppe zu erklimmen.

Auf diesem Wege erscheint dieselbe nicht überall gleichmässig dick. Am mächtigsten ist ihre Dicke an den Kuppen und etwas unterhalb dieser, am dünnsten dort, wo sie die Seitenflächen der Zellen überkleidet. Die Strichelung ist nur an den Zellkuppen und etwas unterhalb dieser zu sehen.

Mit starken Linsen (2000 linear) untersucht, zeigen die Cylinderzellen in ihrem Leibe ein äusserst zartes Netzwerk, dessen Bälkchen zum grössten Theile mit der Längsachse der Zelle gleichgerichtet verlaufen. Es erscheint demgemäss der Zellleib longitudinal gestreift. Ist gleichzeitig auch das auf der Zellkuppe ruhende Stück des Stäbchenorgans deutlich gestreift, dann gewinnt es den Anschein, wie wenn die longitudinale Streifung des Zellleibes ununterbrochen in die der gestreiften Schichte übergehen würde. Das Netzwerk des Zellleibes ändert, wenn auch langsam, continuirlich seine Form. Am lebhaftesten sind seine Bewegungen an den Kuppen, am trägsten an den

unteren Abschnitten der Zellen. In einzelnen Fällen trifft man das Netzwerk an den Zellkuppen in einer so lebhaften Bewegung an, wie man sie sonst nur an den feingranulirten weissen Blutkörperchen des Tritons zu sehen bekommt.

II. Veränderungen des Darmes nach electrischer Reizung.

Wird ein im Zustande der Dilatation sich befindendes Darmstück von der Larve der Stubenfliege mit starken Strömen [1] tetanisirt, so sieht man Folgendes:

Die Darmwand zieht sich zusammen, gleichsam wie wenn sie mit breiten Bändern eingeschnürt werden würde. Überdies geht an den Zellen eine merkwürdige Veränderung vor sich. Mit dem Einbrechen des Stromes oder nach kurz währender Latenz fangen die Zellen an zu cylindrischen Körpern anzuschwellen, schieben sich gegen das Darmlumen vor, und dieser Vorgang hält so lange an, bis die ganze Lichtung des Darmes vollständig geschwunden ist. Während die Zellen sich vergrössern, schieben sie das Stäbchenorgan vor sich her. Dasselbe wird dabei dünner, seine Streifung undeutlicher. Immer aber bleibt dasselbe in dem innigsten Contact mit der Epithelschichte, so dass alle Erhebungen und Vertiefungen derselben von ihm wie von einer Tapete überzogen bleiben,

Hat der Reiz eine gewisse Intensität nicht überschritten, so kehrt der contrahirte Darm in seine frühere Lage zurück, die cylindrischen Zellen werden niedriger und das Stäbchenorgan dicker.

Führtman einen Reizversuch unter Zuhilfenahme einer starken Immersionslinse aus, so kann man sehen, dass mit dem Beginne der Reizung sich zuerst die Kuppen der Zellen vergrössern. Von da ab schreitet die Vergrösserung succesive bis an das Ansatzende der Zellen herab. Gleichzeitig mit dem Anschwellen der Zellen wird auch die Bewegung der intracellulären Netze lebhafter.

Ist die eingestellte Zelle nach der Reizung im Rückgange zu ihrer ursprünglichen Form begriffen, dann werden die Bewegungen des Netzes wieder zuerst an den Kuppen träger, die Maschen zwischen den Bälkchen desselben immer kleiner, bis sie sich der Sichtbarkeit vollständig entziehen.

[1] Ich bediene mich hiebei eines kleinen Inductionsschlittenapparates wie sie Mayer und Wolf in Wien erzeugen, bei ganz aufgeschobener secundärer Rolle und vier starken Chromsäureelementen als Batterie.

Das Gefüge der Kuppen sieht dann dichter aus. Von den Kuppen schreiten die Veränderungen ähnlich wie die Vergrösserung gegen das Fussende der Zelle vor.

III. Einwirkung von Reagentien auf den lebenden Darm.

In ähnlicher Weise wie die Tetanisirung wirkt der Zusatz von 0·3% Kochsalzlösung zu dem frisch präparirten Fliegendarme.

Ich führe diese Art des Reizens hier desshalb an, weil sie der Tetanisirung gegenüber den Vortheil hat, dass sie bei Präparaten, welche auf die elektrische Reizung nicht reagiren, fast immer von Erfolg begleitet ist.

In entgegengesetzter Weise äussert sich die Wirkung einer 5percentigen Atropinlösung.

Der Zusatz dieses Reagens hat eine Dilatation des contrahirten Darmes und ein Abschwellen seines Epithels zur Folge. Gleichzeitig mit der Dilatation des Darmrohres geht eine deutlich wahrnehmbare Contraction seiner Längsmusculatur einher.

Die Behandlung des Darmes mit Wasser, Müller'scher Flüssigkeit, doppelt chromsauerem Kali, hat eine Umwandlung der Epithelzellen in sogenannte „Becherzellen" zur Folge.

IV. Beobachtung des Darmes im Körper lebender Thiere.

Die Veränderungen des Epithels, welche sich an die künstlich herbeigeführte Contraction und Dilatation des frei präparirten Darmes knüpfen, lassen sich auch in lebenden Thieren nachweisen.

Am schönsten fand ich sie in einem Entozoon aus dem Darmcanale von *Rana esculenta*. Dasselbe ist eine Distoma-Art, wahrscheinlich *Distoma cygnoides*.

Die aus einer *Membrana propria* bestehende Darmwand ist bei diesem Thier gegen das Lumen zu von einer continuirlichen Protoplasmaschichte überzogen. Das Stäbchenorgan fehlt. So oft sich der Darm zusammenzieht und wieder erschlafft, so oft schwillt die protoplasmatische Schichte an und ab.

Derselbe Vorgang, wenn auch mit unwesentlichen Modificationen, ist auch bei Untersuchung von 24—28 Stunden alten Larven der Stubenfliege zu sehen. Die Beobachtung dieser Thiere lehrt überdies, dass die An- und Abschwellung der Epithelzellen

nicht immer im gleichen Verhältnisse zu der Stärke der Contraction oder Dilatation steht. Oft ist eine starke Contraction von einer geringen Zellvergrösserung und eine mächtige Dilatation von einer unbedeutenden Zellverkleinerung begleitet. Zuweilen bleibt sowohl die An- wie Abschwellung der Zellen vollständig aus.

Aus dieser Beobachtung folgt, dass, wenngleich die Vergrösserung der Zellen im Gefolge einer Zusammenziehung und die Verkleinerung der Zellen im Gefolge einer Erweiterung des Darmrohres auftritt, diese Volumsänderungen der Zellen nicht ausschliesslich von dem Kleiner- oder Grösserwerden der Darmoberfläche abhängig sein können.

V. Analogien zwischen dem Insecten- und Wirbelthierdarme.

Auch bei höher organisirten Thieren lassen sich Volumsänderungen des Darmepithels nachweisen. Die von mir untersuchten Thiere waren *Rana esculenta* und *Triton cristatus.* Bei dem ersteren Thiere kann man durch Tetanisirung die Zellvergrösserung bewirken, beim letzteren ist sie an dem ausgeschnittenen sich spontan contrahirenden Darme zu sehen.

Es macht sich aber bei dem Darme der Wirbelthiere dem Insectendarme gegenüber ein Unterschied geltend. Die Epithelzellen der Vertebraten sind im Zustande der Dilatation des Darmes viel dicker wie die der Insecten. Es ist demgemäss der Unterschied zwischen dem gereizten und dem ruhenden Epithel nicht so auffällig wie an dem Darme der Insecten.

VI. Untersuchungen über die Richtung des Resorptionsstromes.

Die Lehre von der Resorption im Darmcanale wird derzeit von folgender Hypothese beherrscht. Die diffusionsfähigen Substanzen des Darminhalts gelangen durch Imbibition oder Endosmose in die Lymph- und Blutgefässe, die nicht- oder schwerdiffundiblen Körper aber werden durch die Peristaltik des Darmes in die Zellen und von da in das Gewebe der Zotten gepresst.

Ich werde in einer späteren Abhandlung ausführlich darthun, dass diese Hypothese weder durch directe Beobachtung gestützt, noch auch geeignet ist, den Vorgang der Darmresorption zu erklären.

Die directen Beobachtungen führen uns zu einer anderen Hypothese.

Der Darm einer lebenden Fliegenmade wird aut einen mit Electroden armirten Objectträger gelegt und von seiner Oberfläche alle Flüssigkeit mittelst Filtrirpapier abgesaugt. Ein solches Präparat zeigt nach Tetanisirung Contraction der Darmwand und eine mächtige Vergrösserung der Epithelien. In diesem Falle stand den Zellen nur die im Darmcanale vorhandene Flüssigkeit zur Verfügung, denn die innerhalb der Darmwand zurückgebliebene Flüssigkeitsmenge kann bei der grossen Dünne der Darmwand im Vergleiche zur Zellvergrösserung kaum in Betracht kommen.

Dieser Versuch allein führt schon mit Nothwendigkeit zu dem Schlusse, dass die Zellen die zu ihrer Vergrösserung nöthige Flüssigkeit von innen aufnehmen. Unter günstigen Umständen gelingt es aber, das Eindringen der Flüssigkeit aus dem Darmcanale in die Zellen direct zu erweisen.

Das Verfahren ist das folgende: Larven von Stubenfliegen werden durch längere Zeit mit Fleisch, das man früher mit Methylviolett gefärbt hatte, gefüttert. Es wird nun der Darm präparirt und eine Stelle aufgesucht, an welcher die Epithelzellen ungefärbt oder nur schwach gefärbt erscheinen. Wird das Präparat tetanisirt, so schwellen die Zellen an und färben sich blau. Die blau gefärbten Zellen müssen blaue Flüssigkeit enthalten, und die blaue Flüssigkeit kann nur aus dem Darmcanale stammen. Wird jetzt eine 5percentige, mit Methylviolett gefärbte Atropinlösung dem Präparate zugesetzt, so tritt Erweiterung des Darmes und Abschwellen der Zellen unter theilweiser oder vollständiger Entfärbung derselben ein. Die Zellen geben also die aufgenommene Flüssigkeit bei ihrer Verkleinerung wieder ab.

Ich kann andererseits zeigen, dass die Zellen von Aussen her, auch wenn hier eine genügende Flüssigkeitsmenge vorhanden ist, dennoch keine Flüssigkeit aufnehmen. Einer Fliegenmade wird mittelst einer möglichst dünn ausgezogenen Glascanüle subcutan verdünntes Methylviolett injicirt. Nach mehreren Stunden findet man bei Untersuchung des lebenden Thieres in toto den Farbstoff gleichmässig in der Körperflüssigkeit vertheilt. Wiewohl der Darm von diesem Safte allseitig umspült wird, so habe ich doch, so oft ich den Versuch auch anstellen mochte, die Epithelzellen des Darmes ungefärbt gefunden.

Die Zellen vergrössern sich also auf Reize. Die Zellen nehmen erfahrungsgemäss bei dieser Vergrösserung die zur Ausfüllung des Raumes nothwendige Flüssigkeit nur aus dem Innern des Darmes und nicht von aussen auf.

Meine schon früher erwähnte Beobachtung gibt uns auch Aufschluss, warum die Zellen die Flüssigkeit aus dem Darmlumen aufnehmen und nach aussen pressen.

Denn oben wurde gezeigt, dass sowohl die Vergrösserung als die Verkleinerung der Zellen an den Zellkuppen beginnt und die Zellen entlang bis zum Fussende derselben fortschreitet.

Es ist nun leicht begreiflich, dass die Zellen mit jenem Theile ihres Leibes zu saugen anfangen werden, der sich zuerst dilatirt und mit jenem zuerst pressen werden, der sich zuerst contrahirt. Da nun die Dilatation an der Kuppe der Zelle beginnt und am Fusse der Zelle endet, wird die Flüssigkeit aus dem Darmcanale angesaugt werden müssen und da die Contraction gleichfalls an den Zellkuppen ihren Anfang nimmt und am unteren Theile der Zelle endet, wird die von den Zellen aufgenommene Flüssigkeit nach aussen gepresst werden müssen. Zur vollen Klärung der Frage wäre es von Wichtigkeit gewesen, den Austritt der Flüssigkeit respective das Austreiben derselben nach aussen gegen oder, die Darmwand hindurch, zu beobachten.

Direct habe ich nun diesen Austritt nicht gesehen, aber ich glaube ihn durch ein Experiment erschliessen zu können.

Wird eine Made, nachdem sie mehrere Tage mit blau gefärbtem Fleische gefüttert worden war, von Zeit zu Zeit in toto untersucht, so zeigt es sich, dass mit der fortschreitenden Anfüllung des Darmrohres mit blau gefärbten Speiseballen, die in der Leibeshöhle des Thieres vorhandene Flüssigkeit anfänglich einen leichten, später einen deutlich blauen Farbenton annimmt. Wird jetzt derselben Made ein Fleisch gereicht, das mit einer ammoniakfreien Karminlösung gefärbt worden war, so wandelt sich die blaue Farbe der Flüssigkeit successive in eine rothe um. Diese Erscheinung kann nicht anders als in der Weise gedeutet werden, dass sowohl der blaue wie der rothe Farbstoff der Körperflüssigkeit aus dem Darmcanale stammt. Da die innere Darmfläche keine anderen Formbestandtheile — etwa wie Becherzellen, Krypten oder Drüsen — enthält, muss der Farbstoff durch die Zellen und die

Darmwand hindurch in das Leibesinnere gelangt sein. Es wurde oben gezeigt, dass die lebenden Epithelzellen thatsächlich Flüssigkeit aus dem Darmrohre aufnehmen, es wurde ferner gezeigt, dass die Zellen die aufgenommene Flüssigkeit bei ihrer Verkleinerung abgeben und nun wird gezeigt, dass die Flüssigkeit aus dem Darme in die Leibeshöhle gelangt.

VII. Einfluss des Nervensystems auf die Bewegungsvorgänge des Darmes.

Wird ein decapitirter Triton auf einige Stunden in einen feuchten Raum gelegt, so sinkt seine Reflexerregbarkeit in einem so hohen Grade ab, dass das Thier nahezu bewegungslos, wie wenn es curaresirt wäre, daliegt. Der Darm des so präparirten Thieres kann blossgelegt und auf einer Glasplatte bei intactem Kreislaufe untersucht werden.

Stösst man dem Thiere eine feine Nadel in den Rückenmarkscanal ein, so zieht sich der Darm zusammen und die Zellen schwellen an. Nach einiger Zeit erweitert sich der Darm wieder und die Zellen ziehen sich zusammen.

Indem aber solchermassen der Nerveneinfluss auf die Bewegungen der Drüsenepithelien erwiesen ist, will ich nicht behaupten, dass Resorption ohne Innervation der Zellen nicht von Statten gehen könne. Das Experiment zeigt vielmehr das Gegentheil. Wird nämlich einem Frosche, dem man Gehirn und Rückenmark entfernt hatte, indigschwefelsaures Natron in den Magen und Darm eingespritzt, so wird das Thier blau, es wird also der Farbstoff trotz der Zerstörung von Hirn und Rückenmark resorbirt.

II. Hautresorption.

I. Versuche über die durch die Froschhaut aufgenommenen Flüssigkeitsmengen.

Die Aufnahme von Wasser oder gelösten Substanzen durch die Haut wird bald als ein Imbibitions- bald als ein endosmotischer Vorgang aufgefasst.

Das Experiment führt uns auch hier zu einer anderen Auffassung.

Wird ein Frühjahrsfrosch nach Entfernung des Gehirns und des Rückenmarkes und Unterbindung des Herzens in feuchtes

Filtrirpapier gehüllt und in einen feuchten Raum gelegt, so wird er binnen 24 Stunden um 9%, nach vier Tagen um 15% seines ursprünglichen Körpergewichtes schwerer. Macht man denselben Versuch mit einem gleichgrossen Thiere, dem man vorher das Gehirn und Rückenmark entfernt, den Kreislauf aber intact gelassen hat, dann steigt sein Gewicht schon in 24 Stunden um 25% und nach 3 Tagen um 80% an.

Wie gross die Wasseraufnahme bei Erhaltung des Kreislaufes werden kann, lehrt der folgende Versuch.

Ich habe einem Frosche künstlich eine Lähmung der Harnblase durch Entfernung der unteren Hälfte des Rückenmarks erzeugt. Das Thier wurde dann in nasses Papier gepackt und in einen mit Wasserdünsten gefüllten Raum gelegt. Nun wurde das Thier täglich gewogen und nach der Wägung die Blase mittelst einer Glascanüle entleert. Diese Wägungen haben ergeben, dass derart behandelte Thiere im Laufe von mehreren Tagen ein Wasserquantum aufgenommen haben, welches ihr eigenes Körpergewicht um ein Zehn-, ja Zwanzigfaches übertrifft.

Die Wasseraufnahme konnte ich allsogleich sistiren, wenn ich den Frosch in ein Papier wickelte, das mit einer 0·7% Kochsalzlösung getränkt worden war. Beiläufig will ich hier hervorheben, dass diese Versuche mit den physikalischen Experimenten über Imbibition und Endosmose schwer in Einklang zu bringen sind.

Das Vorhandensein des Kreislaufes fördert also die Aufnahme von Flüssigkeit durch die Haut. Das Fehlen des Kreislaufes schliesst eine solche Aufnahme nicht aus.

Auch über die Wege, welche das Wasser im Innern des Organismus einschlägt, habe ich einige Erfahrungen gesammelt, und ich glaube dies hier einflechten zu sollen, weil uns diese Erfahrungen über das Zustandekommen der Ödeme Aufschluss geben und weil ich andererseits die Wasseraufnahme durch die Haut, mit deren Mechanik ich mich hier beschäftige, gleichfalls zu den Ödemen in Beziehung bringe.

Ich habe durch Ausbohrung der unteren Hälfte des Rückenmarkes einem Frosche die Harnblase gelähmt und das Thier mit nassem Papier bedeckt. Wird ein solches Thier nach 2 Tagen getödtet und secirt, so erscheint die Harnblase und die

Harnleiter stark ausgedehnt und mit Harn prall gefüllt. Die Ausdehnung der Harnblase kann so mächtig werden, dass Lunge und Herz weit nach oben und hinten gedrängt werden.

Sowie aber die Niere durch Störungen im Centralnervensysteme in ihrer Arbeit gehemmt wird, ändert sich mit einem Male das Bild.

Ich habe durch Exstirpationsversuche an Gehirn und Rückenmark die Erfahrung gemacht, dass die Nieren die Secretion von Wasser einstellen, wenn man die *Medulla oblongata* und das obere Viertel des Rückenmarkes zerstört.

Ein Frosch nimmt, wenn man ihm Hirn und Rückenmark zerstört, in nasses Papier gehüllt, nach wie vor durch die Haut Wasser auf, aber die Blase bleibt leer, die vorderen und hinteren Extremitäten schwellen an, werden wasserreich, und die subcutanen Lymphsäcke sowie die Bauchhöhle füllen sich derart mit Flüssigkeit an, dass der Körper des Thieres plumpe Formen annimmt. Es tritt somit ein universeller Hydrops ein.

Wir entnehmen aus diesem Versuche, dass die Aufsaugung des Wassers durch die Haut gleichfalls wie die Resorption im Darmcanale ohne Einfluss des Nervensystems vor sich gehen kann.

Dasselbe gilt auch von dem Resorptionsvorgange in den subcutanen Lymphsäcken. Denn wird einem Frosche subcutan indigschwefelsaures Natron injicirt, so färbt sich trotz Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes der ganze Körper des Thieres blau.

Um nun zu einem näheren Einblicke in die Mechanik dieser Wasseraufnahme zu gelangen, habe ich folgende Versuche angestellt.

II. Beobachtungen des Hautepithels in vivo.

Ein lichtgefärbtes Exemplar von *Rana esculenta* wurde curaresirt, die Schwimmhaut auf einer Glasplatte fixirt und unter continuirlicher Irrigation mit Wasser beobachtet.

Ich fand nun, wenn ich auf den optischen Durchschnitt des Epithels am Rande der Schwimmhaut einstellte, dass von Zeit zu Zeit die Höhe der Epithelschichte bald zu-, bald abnahm. Die Schwankungen sind allerdings klein und betragen ein Zwölftel, oft nur ein Dreizehntel der ursprünglichen Höhe, lassen sich aber mit einem Ocularmikrometer bestimmt nachweisen.

Um Vieles prägnanter gestalten sich diese Veränderungen, wenn man die ausgeschnittene Schwimmhaut mit starken Inductionsströmen reizt. Kaum dass der erste Inductionsschlag eingebrochen ist, schwillt die Epithelschichte um ein Sechstel ihrer Höhe an. Wird in diesem Momente die Reizung sistirt, so kehrt die Zellschichte auf ihre ursprüngliche Höhe zurück. Mit starken Immersionslinsen kann man auch in diesen Zellen eine langsame Änderung der Structur des Zellleibes, namentlich an den tiefer gelegenen Zellen beobachten. Mit dem Einbrechen der tetanisirenden Ströme werden diese Bewegungen lebhafter.

Lehrreicher gestalten sich die Versuche an dem einfach geschichteten Epithel des Schwanzes von curaresirten Krötenlarven. Die Dicke des optischen Durchschnittes dieser Zelllage ändert sich rascher und auffälliger als am entwickelten Thiere. An einer Stelle, wo vor wenigen Minuten der äussere Contour der Zellschichte vollständig glatt war, bildet derselbe eine wellenförmige Linie, deren Berge vergrösserten Zellen entsprechen. Wieder einige Minuten später ist aus einem Wellenthal ein Wellenberg oder umgekehrt aus einem Berg ein Thal geworden.

Durch directe electrische Reizung können diese Bewegungen viel deutlicher gemacht werden. Unmittelbar nach Schliessung des Stromes nehmen die dunkel pigmentirten Zellen an Grösse zu, die in ihnen vorhandenen Pigmentkörner rücken mehr und mehr auseinander, und das dem Stäbchenorgane analoge Gebilde auf der äusseren Fläche der Zellen nimmt an Dicke ab.

Es lässt sich ferner mit starken Immersionslinsen constatiren, dass die Zellvergrösserung an den äusseren Zellabschnitten beginnt. Denn hier beginnt das Auseinanderrücken der Pigmentkörnchen, und von hier schreitet es gegen das untere Ende der Zelle zu. Hat man nicht zu intensiv gereizt, dann rücken die Farbstoffkörner und zwar abermals in den äusseren Stücken der Zellen zuerst wieder aneinander, die Zellen schwellen ab und gleichzeitig nimmt das Stäbchenorgan an Dicke zu.

Die Bewegungsvorgänge an den Epithelzellen der Haut sind somit denen an den Darmzellen beobachteten vollständig analog. Diese Analogie gestattet auch auf analoge Leistungen der Epidermiszellen der Larven und der Frösche zu schliessen. Auch diese Zellen werden einen Resorptionstrom erzeugen, der von der

Körperoberfläche gegen das Körperinnere gerichtet sein wird. Dass thatsächlich durch die Haut derart gerichtete Flüssigkeitsströme gehen, wurde oben gezeigt.

Wir wissen also jetzt, dass die Deckzellen der Froschhaut sich wie die Epithelien des Darmes bewegen. Wir wissen, dass sie sich in dem Sinne bewegen, um Flüssigkeit von aussen nach innen zu treiben. Wir wissen, dass in der That Flüssigkeiten diesen Wegen entlang getrieben werden können, besser wenn der Kreislauf erhalten, weniger gut, wenn er gestört ist; dass Flüssigkeit noch aufgenommen werden kann, selbst wenn das Centralnervensystem zerstört ist. Wir wissen endlich, dass die von den Zellen der Haut aufgenommene Flüssigkeit durch die Nieren in die Blase geleitet wird, dass aber diese Aufnahme zu Ödemen führt, wenn die Nierenthätigkeit gestört ist.

Sowie wir auf der einen Seite gesehen haben, dass sich in der Made der Körper mit der Flüssigkeit tränkt, die man ihm in den Darm gebracht hat, so sehen wir, dass sich der ganze Körper des Frosches mit der Flüssigkeit tränkt, welche auf die Haut wirkt.

Ich werde die Fragen, die ich hier in Kürze mitgetheilt habe, in einer ausführlichen Monographie, in welcher auch die Secretion zur Sprache kommen wird, darstellen und dabei das umfangreiche, historische Materiale kritisch beleuchten.

Über die Druckverhältnisse im kleinen Kreislaufe.

Von Dr. **Theodor Openchowski** aus Kiew.

(Aus dem Laboratorium des Herrn Prof. Stricker.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juli 1881.)

Die Frage nach der Existenz von Lungengefässnerven ist von Badoud[1] und dann von Lichtheim auf neue Experimente gestützt, in bejahendem Sinne beantwortet worden. Nichtsdestoweniger schien uns dieselbe Frage noch nicht endgiltig entschieden.

Badoud schloss aus der Drucksteigerung, die er bei Halsmarkreizung im rechten Herzen erhielt, auf vasoconstrictorische Einflüsse in den Lungen. Seine Versuche sind aber dem Einwande ausgesetzt, dass er den Druck in der Lungenarterie nicht direct gemessen, sondern nur aus dem Drucke im rechten Ventrikel erschlossen hat; und wie Lichtheim's[2] und meine Versuche zeigen, liegen auch die Verhältnisse ganz anders, wenn man die Messung wirklich in der Lungenarterie ausführt.

In der Lungenarterie steigt nämlich der Druck allerdings auf Halsmarkreizung, er erreicht aber nie solche Werthe, wie in Badoud's Versuchen, in denen angeblich der Druck im rechten Herzen dem Carotidendruck gleichkam.

Lichtheim hat unter verschiedenen Eingriffen, bei denen im grossen Kreislaufe der Druck steigt, auch in der Lungenarterie Blutdrucksteigerungen gesehen; so bei der Athmungsaussetzung, Halsmarkreizung, Strychninvergiftung, und daraus den Schluss gezogen, dass bei diesen Eingriffen die Gefässe des kleinen Kreislaufes sich verengern. Da aber unter allen diesen Umständen die Gefässe des grossen Kreislaufes sich contrahiren und die Aortenspannung steigt, bleibt der Einwand offen, es könnte das Blut aus dem grossen Kreislaufe in den kleinen (in irgend einer Weise)

---

[1] Badoud. Verhandlungen der physik. medic. Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge VIII.

[2] Lichtheim. Die Störungen des Lungenkreislaufs. Berlin 1876.

verdrängt werden und eine Blutdrucksteigerung hervorrufen. Diesem Einwande glaubte Lichtheim dadurch zu begegnen, dass er die Lungengefässe von den Gefässen des grossen Kreislaufes unabhängig machte. Einer solchen Anforderung entsprach aber, wie er glaubte, nur eine Versuchsform, nämlich Athmungsaussetzung bei unterbundener Brustaorta. In der That, sagte er, sei unter solchen Bedingungen der Druck in der Lungenarterie, aber nicht in der Aorta gestiegen.

Es ist jedoch auffallend, dass während der Athmungsaussetzung sowohl bei offener als auch bei unterbundener Aorta der Druck in der Lungenarterie erst ansteigt, wenn der Carotidendruck bereits zu sinken beginnt.[1]

Wäre die Drucksteigerung in der Lungenarterie durch die Contraction der Lungengefässe bedingt, so sollte man erwarten, dass sie gleichzeitig mit der ja offenbar durch Gefässverengerung hervorgerufenen Drucksteigerung in der Carotis eintritt.

Ich habe nun, von Herrn Professor Stricker zur Klärung dieser Frage aufgefordert, mit gütiger Unterstützung des Assistenten Dr. Julius Wagner eine Reihe von Versuchen an curarisirten Hunden ausgeführt, deren Resultate ich im Folgenden kurz mittheile:

Der Druck in der Pulmonalarterie steigt bei Halsmarkreizung in Übereinstimmung mit den Resultaten der früheren Experimentatoren in der That an, wie das die Zahlen aus meinen den kymographischen Aufzeichnungen entnommenen Versuchsprotokollen zeigen.[2]

Diese Drucksteigerung in der Lungenarterie erfolgt allerdings gleichzeitig mit dem Ansteigen des Druckes in der Carotis. Die

---

[1] Lichtheim bemerkt schon beiläufig, dass das Steigen des Druckes in der Carotis und Lungenarterie in der Regel nicht gleichzeitig erfolgt, ohne diesem Umstande irgend einen Werth beizulegen. Lichtheim hat aber nicht aus beiden Systemen den Druck kymographisch verzeichnet, sondern nur aus der Lungenarterie, während der Druck in der Carotis durch Ablesung von einem Manometer mit Scala bestimmt wurde. Bei dem geringeren Grade von Genauigkeit, den diese Methode zulässt, ist es erklärlich, dass ihm die Gesetzmässigkeit des in Rede stehenden Factums entgangen ist.

[2] Die Protokolle werden in einer ausführlichen Abhandlung mitgetheilt werden.

absoluten Höhen des Lungenarteriendruckes, sowie die absoluten Zuwächse, die derselbe durch Halsmarkreizung erfährt, bleiben aber immer weit hinter den entsprechenden Grössen in der Carotis zurück; sie betragen in den besten Fällen 10—15 Mm. Hg. In ähnlicher Weise gestalten sich die Druckzuwächse der Lungenarterie bei centraler Ischiadicusreizung.

Indem wir also die Steigerung des Druckes in der Lungenarterie constatiren, müssen wir hinzufügen, dass die näheren Umstände es noch fraglich erscheinen lassen, ob dieselbe durch die Reizung von Lungengefässnerven bedingt ist; denn der Druck steigt in der Lungenarterie auch unter Umständen, unter denen eine Reizung von Lungengefässnerven vollkommen ausgeschlossen ist, nämlich bei Reizung der peripheren Stümpfe der Nervi Splanchnici. Ein Versuch, der für die Existenz von gefässverengernden Nerven in den Lungen beweisend sein sollte, müsste also, wie schon Lichtheim bemerkt, so beschaffen sein, dass der Druck in der Lungenarterie anstiege, in der Carotis aber unverändert bliebe. Ich habe mich daher bestrebt, solche Verhältnisse bei Halsmarkreizung und Athmungsaussetzung herbeizuführen.

Eine Halsmarkreizung ganz ohne Drucksteigerung im Aortensysteme und ohne absolut schädigende Störung des Kreislaufes ist aber nicht ausführbar. Ich habe diese Steigerung zu verhindern gesucht, entweder durch gleichzeitige Unterbindung der Aorta thoracica und Vena cava ascendens — oder durch eine läsio continui des Brustmarkes im Niveau des 11. oder 12. Brustwirbels und der beiden Splanchnici knapp oberhalb ihres Durchtrittes durch das Zwerchfell. In beiden Fällen steigt wohl der Blutdruck in der Carotis auf Halsmarkreizung noch an, aber nur um ein Geringes. Dieser geringeren Blutdrucksteigerung in der Carotis entsprechend, tritt auch nur eine geringe in der Pulmonalarterie auf.

Bei Athmungsaussetzung gelingt es jedoch häufig, unter Anwendung der oben angeführten Methoden die Drucksteigerung in der Carotis fast ganz zu vermeiden.

Setzt man nach Durchschneidung des Brustmarkes und der Splanchnici die Athmung aus, so steigt der Druck in der Lungenarterie entweder gar nicht, ja er sinkt sogar etwas ab, oder er steigt um wenige Mm. Hg., und zwar erst in dem Augenblicke

wo der Druck in der Carotis bereits abzusinken beginnt. Die Ursache dieses späten Ansteigens des Druckes werde ich weiter unten auseinandersetzen. Auch in den Versuchen mit unterbundener Aorta und Vena cava steigt der Druck in der Lungenarterie bei gleichbleibendem Carotidendrucke nicht an, er sinkt vielmehr um ein Geringes, und erst in dem Momente, wo der Druck in der Carotis abzusinken beginnt, steigt er in der Lungenarterie um einige Millimeter.

Wie meine Versuche zeigen, steigt aber der Druck in der Lungenarterie ziemlich beträchtlich in der Phase des absinkenden Aortendruckes, wenn man die Athmung bei offener Aorta und Vena cava aussetzt. Die Maxima der Steigerung betragen 50 Mm. Hg., bei einem Ausgangspunkte von 16 Mm. Hg.

Dieses Ansteigen des Lungenarteriendruckes bei absinkendem Carotidendrucke musste auffallen.

Es drängte sich die Vermuthung auf, dass dieses Absinken des Carotidendruckes von einer Schwächung des linken Ventrikels abhänge. Da aber gleichzeitig der Druck in der Pulmonalarterie stieg, konnte der rechte Ventrikel nicht gleichzeitig in demselben Masse durch die Athmungsaussetzung geschädigt worden sein. Wenn nun wirklich der linke Ventrikel vor dem rechten erlahmte, so würde sich daraus die Drucksteigerung in der Lungenarterie zur Genüge begründen lassen. Wenn der linke Ventrikel sich nicht mehr vollständig entleert, der rechte aber noch immer neue Blutmengen durch die Lungen in den linken Vorhof pumpt, muss sich allmälig das Blut im linken Vorhof, in den Lungenvenen und in den Lungenarterien anstauen, und daselbst eine Drucksteigerung hervorrufen.

Um die Richtigkeit dieser Voraussetzungen zu prüfen, wurden folgende Versuche angestellt:

Es wurde einem curarisirten Hunde eine Canüle in die Carotis, eine andere bei geöffnetem Thorax durch die linke Auricula in den linken Vorhof eingeführt, und beide mit einem Quecksilbermanometer verbunden, darauf die künstliche Athmung ausgesetzt. Das Resultat entsprach meinen Erwartungen. Während der Druck im linken Vorhof anfangs um ein Geringes absank, begann er in dem Augenblicke, als der Druck in der Carotis sein Maximum erreicht hatte, etwas zu steigen, und setzte dieses Steigen fort,

während der Druck in der Carotis absank. Dabei schwoll, wie die Palpation lehrte, der linke Vorhof sammt der Auricula an und bekam eine solche Resistenz, dass es nur schwer gelang, mit dem Finger einen Eindruck an ihm zu bewirken.

Waller[1] hat bei Halsmarkreizung dieselbe Erscheinung an Kaninchen constatirt. Es war also eine Stauung vom linken Herzen her als Ursache der Drucksteigerung in der Lungenarterie nachgewiesen.

Es erübrigt noch zu beweisen, dass der linke Ventrikel in der That unter solchen Umständen nur mangelhaft arbeite. Dieser Beweis gelang uns, indem wir das Herz zur Inspection blosslegten.

So lange der Druck in der Carotis stieg, war am Herzen nichts Besonderes wahrzunehmen, als dass es unter dem Einflusse der Athmungsaussetzung venöses Aussehen bekam.

So wie aber der Druck in der Carotis abnahm, erfuhr das Volumen des linken Ventrikels eine allmälige Vergrösserung, seine systolischen Excursionen wurden immer geringer, bis sie endlich für das Auge fast nicht mehr wahrnehmbar wurden und seine Contractionen nur mehr durch den angelegten Finger constatirt werden konnten. Gleichzeitig zeigten sich, wie die Inspection lehrte, die oben erwähnten Veränderungen im Vorhof.

Von diesem Standpunkte aus kommen die Blutdrucksteigerungen, die in den oberwähnten Versuchen während der Athmungsaussetzung gleichzeitig mit dem Absinken des Carotidendruckes eintreten, in ein anderes Licht. Sie müssen von einer Rückstauung des Blutes herrühren, denn sie pflanzen sich vom Vorhof fort und können unmöglich als Effecte von gefässverengernden Einflüssen in der Lunge angesehen werden.

---

[1] Du-Bois Reymond's Archiv für Physiologie, 1878.

Studien über das Zooid und Ökoid bei verschiedenen Wirbelthier-Abtheilungen.

Von **Ambros Wilh. Meisels,**
stud. med.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

Im Jahre 1867 hatte Brücke („Über den Bau der rothen Blutkörperchen," Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften, 56. Band, II. Abth., 1867) mittelst der einprozentigen, beziehungsweise zweiprozentigen Borsäurelösung Bilder an den rothen kernhaltigen Blutkörperchen erhalten, die ihn zu dem Resultate führten, dass dieselben aus zwei Bestandtheilen bestehen, die er in ihrem Zusammenhange folgendermassen beschreibt:

„Man denke sich ein lebendes Wesen mit einem Leibe, dessen centraler Theil den Kern eines kernhaltigen Blutkörperchens bildet und als solcher frei ist vom Haemoglobolin, während der übrige Theil die ganze Masse desselben enthält, welche im Blutkörperchen vorkommt. Diesen letzteren Theil denke man sich so in den Zwischenräumen einer porösen Masse liegend, dass er dieselben vollständig ausfüllt, dabei aber mit dem inneren pigmentfreien Theile, dem Kern, ein zusammenhängendes Ganzes bildet. Das poröse Gebilde denke man sich als eine an sich bewegungslose, sehr weiche, farblose, glashelle Scheibe, nach aussen von glatter Oberfläche begrenzt. Das Ganze ist das kernhaltige Blutkörperchen."

Und weiter pag. 83:

„Da diese Masse nicht mehr dem allein entspricht, was wir an unveränderten Blutkörperchen den Kern nennen .... so will ich sie das Zooid nennen, das Gebilde, aus dem sie sich herausarbeitet, will ich hinfort als Ökoid bezeichnen."

Bei den Tritonen sah Brücke in vielen Fällen sich Zooid und Ökoid vollständig von einander trennen, bei anderen kernhaltigen Blutkörperchen sah er das Zooid nur sich zusammenballen und an die Oberfläche gelangen, ohne dass es zu einer vollkommenen Trennung gekommen wäre. Schon früher hatten mehrere Beobachter das Austreten von Massen aus dem Innern kernhaltiger Blutkörperchen unter der Einwirkung verschiedener Reagentien gesehen. Es war aber die Erscheinung meist als Austreten der Kerne beschrieben worden. So zeigte Rindfleisch 1863 („Experimentalstudien über die Histologie des Blutes," Leipzig, 1863) diese Erscheinungen an den Blutkörperchen des Frosches mittelst Anilin:

„Als ich ganz frische Blutkörperchen mit Anilin behandelte und die Reaction unter meinen Augen von statten gehen liess, sah ich, wie sich die Blutkörperchen rundeten, dunkelroth wurden, plötzlich aber erblassten und zu gleicher Zeit an irgend einer Stelle ihrer Peripherie eine kuglige Masse hervortrat, die sich auch sofort blau färbte, und in den meisten Fällen in zwei Schichten theilte, eine centrale tiefblau gefärbte und homogene, und eine peripherische weniger tiefgefärbte feinkörnige, das vermeintliche Protoplasma der jungen Zellen. Ich stelle diese Thatsache einfach hieher, ohne mich in irgend welche Hypothese über das Zustandekommen derselben zu vertiefen, und empfehle Jedem, sich auf die trügerische Anilinfärbung nicht weiter einzulassen, als es derartige Erfahrungen räthlich machen."

Ähnliche Bilder erhielt Roberts („On peculiar appearances exhibited by bloodcorpuscles under the influence of solutions of Magenta and Tannin," Quart. Journ. of miskroscop. Science Juli. 1863, pag. 170) mittelst Rosanilinlösung und Gerbsäure. „Die Blutkörperchen werden nach Roberts in der Rosanilinlösung durchsichtig, kuglig, blassrosenfärbig und an einem Punkte der Peripherie sollen ein, seltener zwei dunkelrothe Flecke erscheinen, die entweder in eine Vertiefung der Oberfläche eingesenkt waren, oder über die Letztere hervorragten. Roberts hat gleichzeitig mit dem Rosanilin auch die Gerbsäure auf ihre Wirkung untersucht und in mancher Beziehung eine Analogie beider Mittel wahrgenommen."

Ich citire dies nach Laptschinsky, da mir Roberts' Arbeit nicht zur Hand ist.

Nach dem Erscheinen von Brücke's Arbeit zeigte Stricker („Pflüger, Archiv f. d. ges. Physiologie“ 1868) auch mittelst Wasser und Kohlensäure das Zusammenballen des Zooids an den Blutkörperchen des Frosches. Auch hier entfärbte sich das Ökoid vollständig. Er nennt den Theil des Zooids, welcher das Haemoglobin trägt, den Leib des Blutkörperchens. Gleichzeitig untersuchte er die Blutkörperchen des Menschen. P. 599 sagt er: „An dem Blutkörperchen des Menschen habe ich mich lange und vergeblich bemüht, die Bilder, welche ich an gekernten Blutkörperchen gesehen habe, nachzuahmen. Es gelang mir nicht. Zuletzt blieben immer kreisrunde, helle Körper zurück, wie sie Kühne nach der Einwirkung verdünnter Phosphorsäure und Brücke nach der Borsäurewirkung vorfand. Bei der letzten Controle.... gelang mir plötzlich ein merkwürdiges Bild. Ein vom Gehäuse getrennter farbloser Körper steckte eingeklemmt in demselben. Ein Theil hing hinaus, während der andere zu einem Klümpchen geballt innerhalb lag. Ich habe mich seither vergeblich bemüht, dieselben Bilder hervorzurufen. Es gelang mir bis jetzt nicht wieder.“

Ähnliche Bilder erhielt später 1870 A. Rollet („Über Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen,“ Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie zu Graz. Leipzig, 1870) an Blutkörperchen des Triton und der Rana esculenta, die in der Nähe der positiven Elektrode sich befanden, ferner mittelst Chlornatrium, Glaubersalz, Chlor, Brom und Jod. Das Auftreten und Austreten des Zooid und ähnlicher Körper zeigte Laptschinsky („Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und Gerbsäure,“ Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften, 68. Band, III. Abth., 1873) im Jahre 1873 mittelst Tinctionsflüssigkeiten an dem Blutkörperchen des Menschen und Triton.

Meine Untersuchungen waren dahin gerichtet, zu entscheiden ob auch an anderen Blutkörperchen, als denen der genannten Thiere eine ähnliche Trennung in zwei Substanzen und namentlich das Austreten der Zooide zu sehen ist. Ich untersuchte die Blutkörperchen des Hechtes, der als Vertreter der Fische diente,

von den Amphibien *Siredon pisciforme, Salamandra maculata,* von den Reptilien *Emys europaea*; von den Vögeln die der Taube, endlich von den Säugethieren die des Meerschweinchens und des Menschen. Als Reagens gebrauchte ich ausschliesslich die geschmolzene Borsäure in ein-, anderthalb- bis zweiprozentiger oder gesättigter Lösung. Die Behandlung der Blutkörperchen mit Phosphorsäure, Essigsäure oder mit destillirtem Wasser, deren sich andere Autoren zu ähnlichen Zwecken bedienten, fand ich nicht zweckmässig. Ich erhielt nicht das charakteristisch gefärbte Zooid. Dasselbe zeigte entweder einen schwachen, nur schwer definirbaren Farbenton, oder es war total entfärbt; der Tinctionsflüssigkeiten bediente ich mich desshalb nicht, da ich bei ihrer Anwendung auf die Beobachtung eines integrirenden Bestandtheiles, des Haemoglobulin, verzichten müsste, und mir der Farbstoff stets als Charakteristikon diente, ob ich es mit dem ganzen Zooid zu thun habe oder nicht.

Es erscheint mir zweckmässig, bei den Amphibien zu beginnen, weil ich bei diesen die klarsten und schönsten Resultate erhalten habe.

Bei ihnen verfuhr ich derart, dass ich an dem sorgfältig abgetrockneten Schwanze des Thieres eine Schnittwunde machte, und den hervortretenden Blutstropfen durch Eintauchen in ein Gefäss, das zweiprozentige Borsäurelösung enthielt, abwusch. Ein Tropfen der Flüssigkeit unmittelbar darauf unter das Mikroskop gebracht, zeigt, dass in derselben die meisten Blutkörperchen ihre Form noch ganz unverändert beibehalten haben, andere die ovoide oder sphäroide Form annahmen. Die Conturen des vorher matten, weissen, elliptischen Kerns des Blutkörperchens verschwinden allmälig, und die entsprechende Partie erhält eine dem Farbenton der Blutkörperchensubstanz entsprechende Färbung; dagegen tritt vom Rande eine Entfärbung auf und damit der Gegensatz von Ökoid und Zooid. Die farbstofftragende Substanz der Zelle contrahirt sich, ballt sich um den Kern, den sie verdeckt. Dies möchte ich als die concentrische Zooidbildung bezeichnen.

Wenn ich von Zooidbildung spreche, so ist allerdings dieser Ausdruck insoferne ungehörig, als ich ja nicht sagen will, dass das Zooid früher nicht da war. Es hat sich nur aus seinen Verbindungen mit dem Ökoid gelöst, aus den Hohlräumen desselben

retrahirt, und ist zu einer abgeschlossenen Masse zusammengetreten. An anderen Blutkörperchen bemerken wir, dass am Rande der Zelle einzelne helle Punkte entstehen, die in radiäre, helle Sectoren um den Kern zusammenfliessen, der allmälig unsichtbar wird, indem sich um ihn ein Theil des farbstofftragenden Protoplasmas retrahirt, so dass das gebildete Zooid einen stark glänzenden, grünlichen Körper darstellt. Dies möchte ich als die radiäre Zooidbildung bezeichnen.

Nach kurzer Zeit können wir beobachten, dass die radiären Fortsätze des Zooids sich auch ins Zooid zurückziehen, so dass dasselbe durch ganz glatte Ränder begrenzt wird, oder dass zahlreiche sehr feine Fortsätze zurückbleiben, welche demselben die Morgensternform verleihen. Die Farbe ist mehr gelblich braun und die Oberfläche erscheint höckerig mit einzelnen Erhebungen und Buckeln besäet, oder es ziehen einzelne unregelmässig angeordnete Streifen hindurch. Es hängen diese Erscheinungen mit Deformationen des Ökoid zusammen, von denen ich später sprechen werde.

Nicht selten ereignet es sich, dass, nachdem der den Farbstoff enthaltende Leib sich um den Kern zusammengezogen hat, ein Theil des Farbstoffes wieder ins Ökoid zurücktritt, so dass das Ökoid mehr oder weniger gefärbt erscheint. Das Zooid erscheint dann weniger gefärbt, mehr glatt und glänzend. Je nach der Art, wie das ganze Blutkörperchen gegen uns gewendet ist, scheinen die Zooide eine centrale oder periphere Stellung im Ökoide anzunehmen, andere überragen den Rand desselben ganz oder theilweise (Fig. 1—6); so habe ich ferner bei *Siredon pisciforme* und *Salamandra maculata* leere Ökoide einerseits und freie Zooide ohne Ökoide gefunden; die Grösse und Form der Zooide variirt vielfach. An Zellen, die eine halbe bis zwei Stunden in der Borsäure waren, konnte ich mehrmals beobachten, dass nur ein Theil des Leibes des Zooids den Kern umhüllte, der andere Theil entweder zerstückelt in der Mitte des Ökoids oder an einem Pole desselben retrahirt lag. Behandelte ich die durch Borsäurelösung erhaltenen Zooide mit concentrirter Essigsäure, so erhielt ich einen granulirten farblosen Körper, der mir über den Bau des Leibes keinen Aufschluss bot.

Bei der Untersuchung der rothen Blutkörperchen der Reptilien bediente ich mich des Blutes der *Emys europaea*. Ich wandte

hier dieselbe Methode an, wie bei den obgenannten Amphibien. Das Heranbilden der Zooide, ihrer rundlichen und sternförmigen Figuren mit den zahlreichen radiär verlaufenden Fortsätzen stimmen überein mit den der Amphibien. Ausser diesen Blutkörperchen finden wir zahlreiche, bei denen der Leib des Zooids theilweise den Kern umballt oder an diesen sich nur anlehnt. Mit concentrirter Essigsäure behandelt, erhielt ich dann an diesen Blutkörperchen zwei entfärbte granulirte Körper, von denen der eine dem Kerne, der andere dem Leibe entsprach; dass die Zooide der Schildkröte im Allgemeinen kleiner sind, als die der *Salamandra maculata* und des *Siredon pisceforme*, ist selbstverständlich.

Was die Ökoide anbelangt, so können diese die verschiedensten Formen annehmen: sie behalten ihre ellipsoidische Form, was meist der Fall ist, oder werden rund, mehr zugespitzt u. s. w. Bei allen diesen zeigte sich ein stärkeres oder schwächeres Aufquellen. Blutkörperchen, die 12—24 Stunden in einer anderthalbprocentigen Borsäurelösung waren, zeigten noch die schönsten Zooide.

Was ich hier von den Amphibien und Reptilien sagte, gilt in ähnlicher Weise von den Blutkörperchen des Hechtes. (Fig. 10 bis 12.)

Um das Auftreten, respective Austreten der Zooide bei den Vögeln zu beobachten, bediente ich mich des Stricker'schen heizbaren Objecttisches. Als Reagens zog ich in Anwendung die anderthalbprocentige Borsäurelösung, bei einer Temperatur von 36—40° C. Ich untersuchte die rothen Blutkörperchen der Taube, und fand, dass die elliptischen Blutkörperchen sich abrunden, im Innern der Zelle um den matten durchscheinenden Kern eine Verdunkelung zu entstehen beginnt; der Kern als solcher verschwindet allmälig, um dem Bilde des sich heranbildenden Zooids Platz zu machen, welches eine grünlichgelbe Farbe besitzt. Dasselbe liegt entweder central oder peripherisch, überschreitet den Rand der Zelle bis zur Hälfte oder ganz (Fig. 13—15), so dass wir wieder leere Ökoide und freie Zooide zu sehen bekommen. Die Ökoide behalten entweder die obgenannte ellipsoidische Form oder werden ovoid, polyedrisch etc.

Polyedrisch ist vielleicht nicht der richtige Ausdruck, es sollte damit bezeichnet werden, dass die runden Formen in kantige

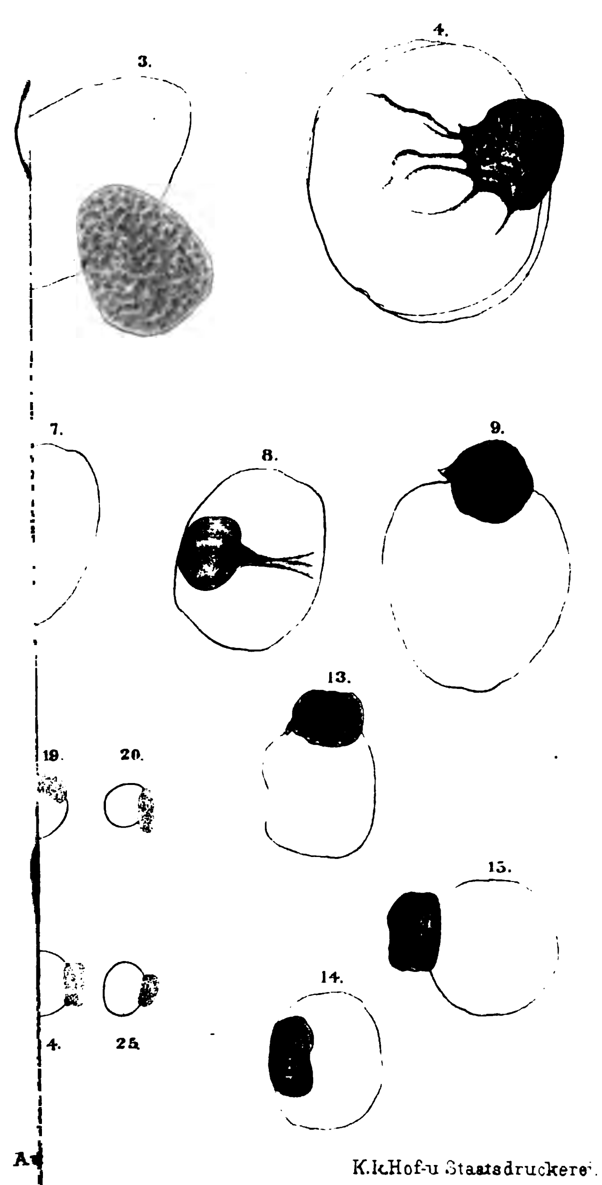
übergehen, die Oberfläche erscheint mehrfach geknickt, vielleicht beruht diese veränderte Form auf Wasserverlust. Diese Veränderung habe ich auch bei *Siredon pisciforme, Salamandra maculata, Emys europaea,* Hecht und Vögeln gesehen.

Nachdem das Austreten der Zooide bei den Repräsentanten der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel ein vollständig übereinstimmendes ist, untersuchte ich die Blutkörperchen der Säugethiere, und zwar die des Meerschweinchens und des Menschen. Als Reagens brauchte ich die kaltgesättigte Borsäurelösung. Die erste Wirkung, die die Borsäurelösung an den Blutkörperchen hervorbringt, ist die, dass dieselben ihre Farbe meist verlieren, und im Allgemeinen kleiner und kugelförmig werden.

Im Innern der Blutkörperchen des Meerschweinchens können wir bei genauer Beobachtung derselben eine kleinkörnige Trübung entstehen sehen, die allmälig wächst, bis sie an dem Rande des Blutkörperchens eine halbmondförmige Scheibe bildet; wieder andere Blutkörperchen, bei welchen diese körnige Schichte sich zu einem Ballen heranbildet, der im Centrum oder an der Peripherie des Blutkörperchens liegen kann. Diese körnigen Ballen entsprechen zufolge ihres Entstehens und Aussehens dem Zooide der anderen Thiere, d. h. dem farbstofftragenden Protoplasma. Dieselben können nun den Rand des Blutkörperchens theilweise, bis zur Hälfte, überragen, oder sitzen demselben auf. (Fig. 16 bis 20.)

Ganz ähnliche Bilder erhielt ich stets mittelst der kaltgesättigten Borsäurelösung von den Blutkörperchen des Menschen und zwar, wie Fig. 21—25 zeigt, entweder eine kleine Trübung im Innern oder am Rande der Zelle, oder es überschreitet das farbstofftragende Protoplasma den Rand der Zelle mehr oder weniger, oder sitzt wie eine Kappe auf dem kleinen kugelförmigen Ökoid, Im Winter erhielt ich dieses Resultat mit der kaltgesättigten Borsäurelösung bei Zimmertemperatur noch nicht, sondern erst im Sommer. Im Winter habe ich diese Bilder an den rothen Blutkörperchen der Säugethiere stets erhalten mittelst des Stricker'schen heizbaren Objecttisches bei einer Temperatur von 34—38° C.

Den erhaltenen Bildern zufolge sehen wir, dass wir mittelst der Borsäurelösung bei den Blutkörperchen aller Abtheilungen der Wirbelthiere eine Sonderung derselben in zwei Theile hervor,



K.k.Hof-u Staatsdruckerei.

XIV. Bd. III. Abth. 1881.

zubringen im Stande sind, welches uns zu dem Resultate führt, dass der Bau der rothen Blutkörperchensubstanz bei den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere im Allgemeinen ein übereinstimmender ist. Nur habe ich bei den Säugethieren keinen Kern als besonderen Bestandtheil des Zooids unterscheiden können. Die Versuche wurden sämmtlich mit frischem Blute angestellt; von älterem Blute, was ich versuchsweise in Arbeit nahm, erhielt ich keine Resultate, auch wenn die Blutkörperchen anscheinend noch wohl erhalten waren.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. Mit Borsäurelösung (1·5 Procent) behandelte Blutkörperchen der *Salamandra maculata.* $\frac{1300}{1}$ vergrössert.

Fig. 5—6. Mit zweiprocentiger Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen des *Siredon pisciforme* $\frac{1300}{1}$ vergrössert.

Fig. 7—9. Mit zweiprocentiger Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen der *Emys europaea.* $\frac{1400}{1}$ vergrössert.

Fig. 10—12. Mit zweiprozentiger Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen des Hechtes. $\frac{1800}{1}$ vergrössert.

Fig. 13—15. Mit anderthalbprocentiger Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen der Taube bei 36—40° C. Temperatur. $\frac{1800}{1}$ vergrössert.

Fig. 16—20. Mit gesättigter Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen des Meerschweinchens. $\frac{3400}{1}$ vergrössert.

Fig. 21—25. Mit gesättigter Borsäurelösung behandelte Blutkörperchen des Menschen. $\frac{2300}{1}$ vergrössert.

Beiträge zur Lehre von der Entzündung.

Von **Julius Glax** und **Rudolf Klemensiewicz**,
Professoren an der Universität in Graz.

I. Mittheilung.

Mit 1 Tafel und 7 Holzschnitten.

Vorwort.

Die Untersuchungen über Entzündung haben in letzter Zeit immer mehr und mehr das Gebiet der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung der Gewebe verlassen und sich der experimentellen physiologischen Richtung der Untersuchung des Blutstromes, und dem Verhalten der Blutgefässe zugewendet.

Die Arbeiten, welche aus Cohnheim's Laboratorium hervorgingen, nehmen in dieser Richtung wohl unstreitig den ersten Platz ein, und es kann Cohnheim mit Fug und Recht als derjenige bezeichnet werden, der die Lehre von der Entzündung so weit ausgebildet hat, dass wir von einer Theorie derselben vielleicht nicht mehr allzuferne sind.

Da nun das Verhalten der Blutgefässe bei der Entzündung derjenige Punkt ist, dem wie uns scheint, mit vollem Rechte die grösste Aufmerksamkeit geschenkt wird, ja nach dem heutigen Stande der „Lehre von der Entzündung“ eine Veränderung der physiologischen Eigenschaften der Blutgefässwandungen, die nothwendige Bedingung des Auftretens der Entzündungserscheinungen in blutgefässhältigen Organen und Geweben ist, und auch wir diesem Punkte im Laufe unserer Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit schenkten, so glauben wir hier auf eine Arbeit aus der Feder weiland Professor Moriz Körner's verweisen

zu müssen, welche Fundamentalversuche über das Strömen von Flüssigkeiten in transfusiblen Röhren mittheilt.

Da nun diese Arbeit, welche unter dem Titel: „Die Transfusion im Gebiete der Capillaren“ in den Jahren 1873 und 1874 in der „Allgemeinen Wiener medic. Zeitung“ veröffentlicht wurde,[1] unter den Forschern auf dem Gebiete der Entzündung nur wenig Berücksichtigung erfuhr, so glaubten wir, dieses vorausschicken zu müssen, da wir gerade durch diese Erfahrungen, welche Körner gesammelt hat, die Anregung zu einer Reihe von Experimenten erhielten, welche wir im Folgenden mittheilen, und der wir gewissermassen als theoretische Erläuterung, Körner's schematischen Versuch mit den von uns selbst gemachten Erfahrungen und Modificationen, soweit sich dieselben auf den von uns behandelten Gegenstand beziehen, in kritischer Form, in extenso beigeben.

Wir glauben dieses Verfahren dadurch gerechtfertigt, dass Körner durch seinen Tod gehindert wurde, seine Arbeit in anderer Form, als der einer vorläufigen Mittheilung zu publiciren, wir also genöthigt waren, alle Versuche, welche zu den theoretischen Erörterungen Körner's geführt haben, zu wiederholen, zu ergänzen und theilweise zu berichtigen.

Zu diesen einleitenden Worten fühlten wir uns verpflichtet, um Nachuntersuchern, auf diesem Gebiete der pathologischen Forschung, es verständlich erscheinen zu lassen, wesshalb weiland Professor Körner's Mittheilung den Charakter einer experimentellen Skizze trägt, und um gleichzeitig durch diese wenigen Zeilen das Andenken eines Mannes zu ehren, dem wir eine Reihe, wie uns scheint, fruchtbarer Anregungen zu danken hatten.

---

[1] Auch als Separatabdruck unter dem Titel: „Transfusion im Gebiete der Capillaren“. Wien, 1874.

I. Theil.

Einleitung.

Aus den Versuchen, welche Cohnheim und Lichtheim[1] zu anderen Zwecken anstellten, lässt sich die für unsere Versuche wichtige Thatsache ableiten, dass es gewisse Bezirke des Gefässsystemes gibt, welche bei Erzeugung von künstlicher hydrämischer Plethora Veranlassung von Ödemen sind. Gerade nur Anasarca entsteht nie. Ein Umstand, der im Sinne Cohnheim's wohl ganz richtig dahin gedeutet werden darf, dass hydrämische Plethora allein, nicht genügend ist, um das Auftreten von Hautödemen bei Morb. Brightii zu erklären. Diese traten bei den Versuchen von Cohnheim und Lichtheim nur dann auf, wenn auf die betreffenden Hautstellen, früher Entzündungsreize eingewirkt hatten. Ausser der hydrämischen Plethora und Hydrämie sei also zur Entstehung von Anasarca noch ein weiterer Umstand nöthig, und diesen finden die genannten Forscher in einer Veränderung der Gefässwandungen.

Jedenfalls wird durch das Resultat dieser Versuche die von Bartels[2] vertretene Anschauung, dass die Ödeme der Nephritiker durch eine, in Folge behinderter Harnausscheidung zu Stande gekommene, hydrämische Plethora hervorgerufen werden, sehr in Frage gestellt.

Diese neueren sowohl, als auch ältere Untersuchungen Cohnheim's,[3] sowie die Erfahrungen Samuel's[4] machen es

---

[1] „Über Hydrämie und hydrämisches Ödem" von J. Cohnheim und L. Lichtheim. V. A. LXIX, p. 106 u. f.

[2] Ziemssen, Hdbch. d. spec. Path. u. Ther. IX. 2. Aufl. p. 87—98. Anmerkung: Vergleiche auch den Aufsatz von Lassar: „Über den Zusammenhang von Hautödem und Albuminurie". V. A. Bd. LXXII. p. 132—135.

[3] Cohnheim, V. A. Bd. XL, p. 1; Bd. XLV, p. 383. „Neue Untersuchungen über die Entzündung." Berlin 1873. „Untersuchungen über den embol. Process", Berlin 1872. „Vorlesungen über allgem. Pathologie" I. Bd., p. 191—306, ebenda siehe auch ein Literaturverzeichniss.

[4] Samuel, „Entzündung und Brand." V. A. Bd. LI: „Der Entzündungsprocess", 1873.

unzweifelhaft, dass zum Entstehen von entzündlichem Ödem eine Änderung in der normalen Beschaffenheit der Gefässwand nothwendige Bedingung sei. Es bedarf also nach Cohnheim's und Samuel's Versuchen zur Entstehung des entzündlichen Ödems und der Entzündung sicherlich einer Veränderung der Gefässwand.[1]

Nun wird diese Veränderung der Gefässwand, welche als „Alteration“ oder „moleculäre Veränderung“ derselben bezeichnet wird, jedenfalls in erster Linie durch eine Herabsetzung der normalen physiologischen Thätigkeit jener Abtheilungen des Gefässapparates, die bei der Entstehung von entzündlichem Ödem und Entzündung in Betracht kommen, eingeleitet werden müssen. Diese Voraussetzung ist desshalb gerechtfertigt, weil sich bei der Untersuchung mit dem Mikroskope zu jener Zeit, wo die Symptome der Entzündung schon hochgradige sind, doch nie eine Structuränderung an der Gefässwand nachweisen lässt und überhaupt das Wesen der Gefässveränderung in einer „Veränderung des Filters“[2] oder in einer nicht zu weit gehenden Ernährungsstörung der ganzen Gefässwand gesucht wird, welche durch eine primäre chemisch-physikalische Gefässveränderung veranlasst ist.[3] Zu dieser Annahme war man desshalb genöthigt, weil sich mit Zuhilfenahme der neuroparalytischen oder neurotischen Theorie allein, das Zustandekommen der Entzündung nicht erklären liess.

Es ist ja bekannt, dass Durchschneidung des Sympathicus am Halse, nur Hyperämie am Ohre, nie Entzündung herbeiführt, andererseits haben die Versuche, welche in der Streitfrage über die Existenz oder Nichtexistenz der trofischen Nervenfasern angestellt wurden, zu dem Resultate geführt, dass sensitiv gelähmte Theile leicht von Ernährungsstörungen befallen werden. Aber auch jene klinisch vollständig beglaubigten Fälle, dass Läsionen

---

[1] In dieser Hinsicht sind die ausgezeichneten Versuche Cohnheim's über den Einfluss der zeitweiligen Absperrung des Blutes von den Gefässen von höchster Wichtigkeit. l. c. „Untersuchungen über d. embol. Processe“, Berlin 1872, p. 28 u. f.

[2] Cohnheim's allg. Path., p. 206.

[3] Samuel, Hdbch. d. allg. Pathol., Stuttgart 1879, p. 164.

irgend welcher Art von nervösen Apparaten entzündungsähnliche Erscheinungen hervorrufen, sind wohl zu beachten.[1]

Jedenfalls ist es nicht zu gewagt, wenn man behauptet, dass die Gefässnerven, welche ja eine so entschiedene Thätigkeit auf das Verhalten des ganzen Stoffwechsels und der Körperwärme ausüben, in irgend welcher Art bei der Entstehung des entzündlichen Ödems oder der Entzündung, sei es nun activ oder passiv, betheiligt sind. Wenn nun bei der Untersuchung der Entzündungsvorgänge am Mesenterium, die kleinen Arterien so hochgradig erweitert gefunden werden; wenn eine solche Erweiterung auch an den Gefässen der Froschzunge nach zeitweiliger Absperrung der Blutzufuhr, am Kaninchenohre auf Reizung und Durchschneidung von Nerven und bei Entzündung desselben, an einem beliebigen anderen Organe, welches zur Beobachtung der Blutcirculation geeignet ist, solche Veränderungen der Blutgefässe nach Application von Entzündungsreizen als erster Beginn der Entzündung zu beobachten sind; wenn man ferner bedenkt dass gerade durch die Application solcher Reize, welche dort, wo sie durch unmittelbaren Contact mit dem Gewebe dieses zerstören, eine Reihe concentrisch angeordneter Schichten entstehen, deren äusserste völlig unverschrtes, deren innerste aber völlig abgestorbenes Gewebe enthalten, während die zwischenliegenden alle Übergänge vom normalen zum todten Gewebe zeigen müssen, so erscheint uns die Frage der Erörterung werth, ob in einem Entzündungsbezirke nicht auch solche Gefässe vorhanden seien, welche dem Anscheine nach unverändert, doch ihr physiologisches Verhalten insoferne ganz oder theilweise eingebüsst haben, als sie weder vom Nerven aus, noch vielleicht auch, wenn es kleine Arterien sind, durch directe Reize auf die Musculatur erregbar sind.

Wenn wir dazu noch anführen dass, nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse über die Vertheilung der Enden der vasomotorischen Nerven in der Peripherie, die Durchschneidung

---

[1] Hayem, Arch. d. physiol. Nr. 212—223 (Centralbl. 73). Onimus, Gazette medicale d. Paris, 73 (Centralbl. 73). Vergl. auch: Handbuch der Physiologie von Hermann, II. Bd., I. Thl. Specielle Nervenphysiologie von Sigm. Mayer, p. 201 u. f.

des Stammes eines vasomotorischen Nerven durchaus nicht ausschliesst, dass möglicherweise noch peripherisch gelegene Nervencentren vorhanden sind, welche dem Gefässe einen bedeutenden Grad von Erregbarkeit sichern können, dass also Durchschneidung der zu einem Organe führenden vasomotorischen Nervenstämme, abgesehen von der directen Muskelirritabilität, nicht identisch zu sein braucht, mit völliger Neuroparalyse der Gefässe, so wird es gerechtfertigt erscheinen, dass wir unser Augenmerk hauptsächlich darauf richteten, solche Bedingungen am Gefässsysteme herzustellen, welche dieses eher, als es eine Nervendurchschneidung von Vasomotoren zu erzielen vermag, in ein Canalsystem von dünnwandigen, zum Theile auch für Flüssigkeiten durchlässigen Röhren verwandeln, an welchem das Vorhandensein normaler vitaler Eigenschaften ausgeschlossen werden konnte. Denn auf Grund der schon angeführten Untersuchung Körner's machten wir die eine Voraussetzung, dass ein solcher Zustand des Gefässsystemes, der mit einer Herabsetzung dieser vitalen Eigenschaften der Gefässwandungen einhergeht, gewissermassen das Vorstadium zu den bei Entzündung und entzündlichem Ödem auftretenden Erscheinungen sei.

Es ist einleuchtend, dass eine solche Änderung in dem Verhalten der Gefässe nicht ohne Einfluss gedacht werden kann auf die hydraulischen Bedingungen, unter welchen das Blut normalerweise im Gefässsysteme circulirt.

Wir richteten daher unser Augenmerk in unseren Versuchen hauptsächlich auf diese Momente, und hatten uns daher von vornherein die Aufgabe gestellt, zu beobachten, was für Erscheinungen an Thieren auftreten, denen entweder ohne oder nach der Einwirkung von toxisch wirkenden Substanzen, Flüssigkeiten durch das Gefässsystem geleitet wurden. Es sind dieses Versuche, welche denen von Mosso[1] zu anderen Zwecken angestellten, ähnlich sein mussten.

[1] A. Mosso, „Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand.“ Leipziger Arbeiten, 1874, p. 305 u. f.

II. Theil.

Anordnung der Versuche.

Dem in der Einleitung Gesagten zu entsprechen, suchten wir nach einem Mittel, welches bei Thieren eine vollständige Lähmung der Nerven und Muskel des Gefässsystemes bewirke.

Da wir Durchschneidungen oder Ausbohrungen des Rückenmarkes, wegen der dabei nothwendigen Verletzungen nicht verwendbar fanden, griffen wir gleich von vorne herein zu toxischen Substanzen.

Unter den verschiedenen, von uns versuchten Mitteln hat sich das Curare unserem Zweck als am meisten entsprechend gezeigt.

Obwohl die Untersuchungen von Kölliker,[1] Cl. Bernard,[2] Bidder,[3] Steiner[4] u. A. ergeben haben, dass bei Fröschen nach starker Curarisirung, Erscheinungen am Gefässapparate auftreten, welche als Lähmung der Vasomotoren gedeutet werden können, so haben wir im Verlaufe unserer Versuche diesem Momente doch keine so grosse Bedeutung beizulegen vermocht, als wir von vorne herein geneigt waren. Es zeigte sich nämlich, dass der Erfolg der Versuche stets im Allgemeinen derselbe war, ob nun die Thiere mit starken oder nur mässigen Dosen von Curare vergiftet worden waren. Dabei war uns der Umstand von grösserer Bedeutung, dass Rynek[5] gefunden hatte, dass 24 Stunden nach der Curarisirung die Erregbarkeit der Gefässe wiederzukehren pflege, dass also eine zu tief greifende Veränderung der Gefässwand durch das Curare nicht herbeigeführt wird. Überdies hatten wir die, wie wir glauben, bekannte Erfahrung gemacht, dass an curarisirten Fröschen im Verlaufe der Vergiftung ein von dem Grade dieser abhängiges Ödem aufzutreten pflegt, ohne dass Herzthätigkeit und Kreislauf wesentlich beeinflusst waren.

---

[1] V. Arch. X. 1856, p. 3—77.

[2] Leçons sur les effets d. subst. tox. Paris 1857.

[3] Reich. und Dubois. Arch. 1865, p. 337 u. f.

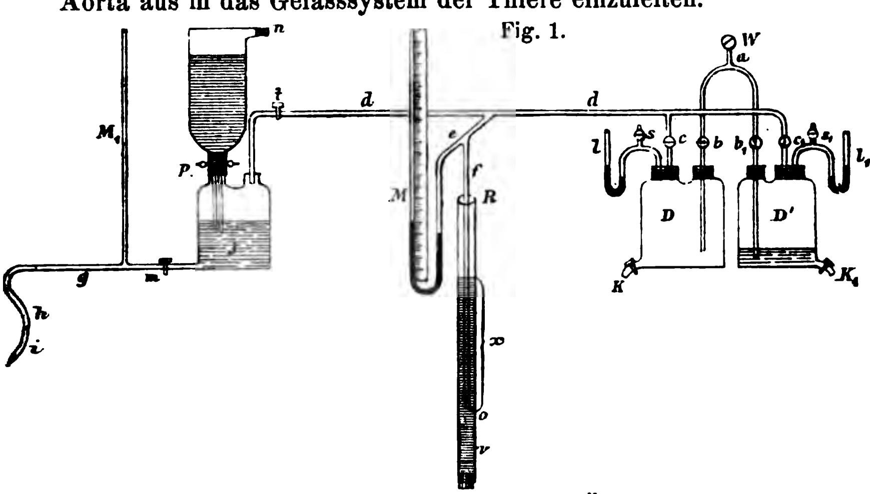
[4] Steiner. D. amerk. Pfeilgift. Leipzig 1877; vergl. auch Hermann, Toxicologie, p. 302.

[5] Untersuchungen a. d. physiol. Inst. zu Graz, 1870, p. 103 u. f.

Wie aus unseren später mitgetheilten Versuchsprotokollen ersichtlich ist, suchten wir eine Vernichtung der vitalen Eigenschaften der Gefässwand ausser durch Curarevergiftung auch dadurch zu erreichen, dass wir schwache Lösungen von Metallsalzen durch das Gefässsystem leiteten, oder die Thiere nach dem Tode kürzere oder längere Zeit liegen liessen bevor wir sie zu unseren Versuchen verwendeten. Auch ganz frische, unvergiftete Frösche haben wir zu unseren Durchleitungsversuchen verwendet.

Wir construirten uns für unsere Versuche vor Allem einen Durchleitungsapparat, der uns in den Stand setzte, beliebig lange Zeit hindurch unter einem, je nach Bedürfniss veränderlichen, aber innerhalb einer bestimmten Versuchszeit stets gleichbleibenden Druck, verschiedene Arten von Flüssigkeiten von der Aorta aus in das Gefässsystem der Thiere einzuleiten.

Fig. 1.



DD_1 Druckgefässe.
w Hahn der Wasserleitung.
a Zuflussrohr.
bb_1 Wasserzulaufhähne.
cc_1 Lufthähne.
ss_1 Luftausströmungshähne.
ll_1 Manometerchen (Marken).
kk_1 Wasserabläufe.
d Luftrohr.
e T-förmiges Rohr.
R Regulator.
f Luftrohr.
o Dessen Öffnung.
v Sperrflüssigkeit.
M Manometer.
J Injectionsflasche.
p Sperrvorrichtung.
n Pfropfen.
t Lufthahn- } Wechsel.
m Flüssigkeitshahn- } Wechsel.
g Injectionsrohr.
h Kautschukrohr.
i Injectionscanüle.
M_1 Manometer.

Die Einrichtung dieses Apparates, welche durch Fig. 1 in schematischer Darstellung erläutert wird, war folgende.

D und *D'* sind zweihalsige Flaschen aus dickwandigem Glase, welche mit einem Geflechte aus Draht überzogen sind. Jede derselben kann durch eine luftdicht eingepasste Röhre *b* und b_1, welche bis nahe an den Grund der Flasche reicht, vom Hahne einer Wasserleitung (*W*) aus, mit Wasser gespeist werden. Von der Kuppe jeder der beiden Flaschen führt je ein ebenfalls luftdicht eingesetztes Röhrehen *c* und c_1 zum Glasrohre *d*, wodurch der innere Hohlraum der als Druckgefässe dienenden Flaschen *D* und *D'*, einerseits durch Vermittlung des Röhrchens *c* mit den Apparaten *M* und *R* in Verbindung steht, andererseits durch Öffnen des Hahnes *t*, mit der aus einer Mariotte'schen Flasche bestehenden Injectionsvorrichtung communicirt werden kann. Ausserdem sind an den Druckgefässen *D* und *D'*, noch kleine, als Marken dienende Manometer *l* und l_1 angebracht, deren Zweck später erwähnt wird. Bei *K* und K_1 sind Hähne angebracht, durch welche das in *D* und *D'* angesammelte Wasser abgelassen werden kann. Aus der Vorrichtung *J*, in welcher sich die Injectionflüssigkeit befindet, wird letztere durch das Rohr *g* an dem ein Steigerohr M_1 angebracht ist, in den Kautschukschlauch *h* und zur Cantüle geleitet.

Die Vorrichtungen *M* und *R* dienen zur Einstellung und Regulirung des zur Injection benützten Druckes. Dazu ist ein Quecksilbermanometer *M* angebracht, welches mit einer verschiebbaren Scala versehen ist und die Höhe des Druckes abzulesen gestattet. Der Regulator *R* besteht aus der mit der Röhre *d* communicirenden Glasröhre *f*, welche mit einer feinen Öffnung (*o*) unter dem Niveau einer, in der weiten Glasröhre *v* befindlichen Chlorcalciumlösung endigt. Die in dem Glasrohr *d* befindliche Luft wird dann bei entsprechend hohem Drucke durch die Öffnung *o* entweichen können.

Wird nun der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so öffnet man den Wasserleitungshahn und den Hahn b_1, während gleichzeitig die Hähne *b* und *c* und auch s_1 geschlossen sein müssen. Durch Einströmen des Wassers wird in *D'* die Luft comprimirt und öffnet man nun den Hahn c_1, so bemerkt man, wenn bei (*t*) oder (*m*) der Hahn geschlossen ist, an dem Steigen des Quecksilbers

im Manometer *M* die Zunahme des Luftdruckes im Innern von D_1. Ist das Quecksilber im Manometer *M* bis auf eine bestimmte Höhe gestiegen, so entweichen aus dem Rohre *f* des Regulators bei der Öffnung *o* Luftbläschen, welche in der Chlorcalciumlösung aufsteigen. Das Quecksilber im Manometer *M* ändert nun seinen Stand nicht weiter, sondern bleibt bei genügendem Wasserzuflusse von *W* aus, auf der einmal erreichten Höhe ohne Schwankung stehen. Diese Höhe des Quecksilberstandes in *M* ist, wie aus der Einrichtung ersichtlich ist, davon abhängig wie tief unter dem Niveau der Flüssigkeit *v* die Röhre *f* mündet und wie gross das specifische Gewicht der angewendeten Sperrflüssigkeit ist. Die Höhe *x* der Flüssigkeitssäule, zwischen dem Niveau der Sperrflüssigkeit und der Öffnung *o* kann, ausser durch beliebige Füllung des Rohres *R* mit Sperrflüssigkeit, auch noch durch Heben und Senken dieses Rohres innerhalb gewisser Grenzen variirt werden.

Hat man nun durch eine entsprechende Stellung des Hahnes *W* und der Röhre *R* einen Druck von bestimmter Höhe erhalten, und zwar so, dass bei *o* ohne Unterbrechung, Luft in reichlichem Masse ausströmt, so wird nach Öffnen der Hähne *t* und *m* die in der Mariotte'schen Flasche enthaltene Flüssigkeit, unter diesem constanten Drucke, der ausser in *M* auch noch in dem Steigerohr M_1 das sich mit Injectionsflüssigkeit füllt, abgelesen werden kann, aus der Cantüle *i* frei abfliessen. Über die Einrichtung der Mariotte'schen Flaschen sei nur das erwähnt, dass bei *p* sich eine Absperrvorrichtung befindet, welche gestattet, den oberen Theil der Vorrichtung, von *n* aus, ohne Unterbrechung des Versuches mit frischer Injectionsflüssigkeit zu füllen.

Die Länge unserer Versuchsdauer machte es nöthig, zwei Druckgefässe zu benützen, so dass abwechselnd bald das eine, bald das andere benützt wurde.

War nämlich das gerade mit dem Rohre *d* in Communication gesetzte Druckgefäss schon nahezu vollständig mit Wasser erfüllt, so wurde das andere Druckgefäss durch Öffnen der Hähne *b* und *c* eingeschaltet und das mit Wasser gefüllte durch Absperren der entsprechenden Hähne ausgeschaltet. Das ausgeschaltete Druckgefäss entleert man durch Öffnen der Hähne s_1 und K_1, dann wird der Hahn K_1 und s_1 geschlossen und

der Druck in D_1 auf jene Höhe gebracht, welche von dem Manometer *M* angezeigt wird, wodurch das Druckgefäss zum neuerlichen Einschalten vorbereitet ist. Um nun, vor dem Einschalten des wasserleeren Druckgefässes, diesen Druck erreichen zu können, ist an jedem der beiden Druckgefässe je ein kleines, schon früher erwähntes Manometerchen *l* und l_1 angebracht, welches einerseits mit dem Hohlraum des Druckgefässes in dauernder Verbindung steht, andererseits aber durch ein Ansatzröhrchen, das durch einen Hahn (*s* und s_1) versperrbar ist, mit einem Schlauch in Verbindung gesetzt werden kann, durch welchen man in die wasserleere Flasche nach Absperrung der Hähne *b*, *c*, *K* so lange Luft eintreiben kann, bis in den nach aussen offenen Manometerschenkeln von *l* und l_1 das Quecksilber denselben Stand zeigt wie in *M*. Durch einen an den Röhren *l* und l_1 verschiebbaren Kautschukring kann, vor Beginn des Versuches, dieser Stand des Quecksilbers in diesen kleinen Manometern, durch entsprechende Einstellung des Kautschukringes für die Dauer des Versuches bleibend markirt werden.

Obwohl diese Einrichtung umständlich erscheinen mag, so nimmt doch die richtige Manipulation mit dem ganzen Apparate bei genügender Übung die Aufmerksamkeit des Experimentators nur in geringem Masse in Anspruch, so dass derselbe diese dem zum Versuche verwendeten Thiere, der allenfalls dabei nöthigen miskroskopischen Beobachtung und den später zu erwähnenden Messungen der abströmenden Flüssigkeitsmengen und Manometerstände in ausreichendem Masse zuzuwenden vermag.

Die Versuche, welche wir zur Prüfung unseres Apparates anstellten, ergaben, dass bei geschlossenem Hahne *t* das Quecksilber im Manometer *M* auch dann seinen Stand nicht änderte, wenn auch andere im Gebäude vorhandene Wasserhähne geöffnet oder geschlossen wurden. War die Mariotte'sche Flasche eingeschaltet, so zeigten sich von dieser abhängige periodische Schwankungen, die aber von keinem Einfluss auf die in kurzen Zeiträumen (1 Minute) bei *i* ausströmenden Flüssigkeitsmengen waren.

Die Grösse des unteren Behälters der Mariotte'schen Flasche *J* hatte, bei der langen oft bis zu 7 Stunden dauernden Versuchszeit, dann einen Einfluss auf den Verlauf des Versuches,

wenn Suspensionsflüssigkeiten (Milch, Blut) verwendet wurden. Es war nämlich dadurch, dass die Flüssigkeit aus der Canüle *i* nur langsam ausfloss, Gelegenheit gegeben, dass in den Intervallen in welchen kein Nachfliessen von Flüssigkeit aus dem oberen in das untere Gefäss der Mariotte'schen Flasche stattfindet, eine Trennung der suspendirten Körperchen von der Flüssigkeit, in der sie aufgeschwemmt waren, wenn auch in geringem Maase stattfinden konnte.

Diesem, nicht allzu bedeutenden Übelstande halfen wir in späteren Versuchen dadurch ab, dass wir für Suspensionsflüssigkeiten, an Stelle des grossen unteren Gefässes der Mariotte'schen Flasche ein möglichst kleines anwendeten, wodurch die oben erwähnten Intervalle nicht nur verkürzt, sondern auch eine nahezu anhaltende Bewegung in der Injectionsflüssigkeit herbeigeführt wurde, wodurch eine Sedimentirung vollständig unmöglich gemacht, und gewissermassen eine eigene Rührvorrichtung hergestellt war.

Die Thiere wurden, nachdem sie gewogen worden waren, auf ein Blechtischchen, dessen Platte eine sanfte Neigung hatte, so gelagert, dass der Kopf nach abwärts gerichtet war, dann wurde bei Fröschen, die wir fast ausschliesslich benützten, das Sternum durchschnitten, der Ventrikel aufgeschlitzt und die Canüle, mit Vermeidung des Eintrittes von Luftbläschen, in den Bulbus Aortae eingebunden. Der Abfluss der injicirten Flüssigkeiten geschah durch die angeschnittenen Vorhöfe vollkommen frei über die passend eingerichtete Platte des Tischchens, directe oder auch über eine Tropfenzählvorrichtung[1] in ein Messgefäss. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde dadurch bestimmt, dass wir entweder die Zeit notirten, in welcher eine bestimmte Flüssigkeitsmenge abgeflossen war, oder indem wir mit der Tropfenzählvorrichtung die Anzahl der Tropfen auf das Papier eines Kymographions notirten, auf dem ausserdem mittelst eines Chronographen[2] die Zeit markirt wurde.

[1] Marey, Physiologie exp. 1875, p. 159.

[2] Klemensiewicz, „Einfl. d. Athembewegung auf die Form der Pulscurven" etc. Sitzungsberichte d. kais. Akademie, Wien. LXXIV. III. Abtheilung. 1876.

Als Durchleitungsflüssigkeiten benützten wir entweder Suspensionsflüssigkeiten, wie Blut und Milch, ersteres in verdünntem und unverdünntem Zustande, dann Rinderblutserum, frisch bereitete Gummilösungen oder endlich 0·7% Kochsalzlösung.

Der Druck, unter welchem wir diese Flüssigkeiten einleiteten, war bei verschiedenen Versuchen ein verschiedener. Um einen Anhaltspunkt für das Maximum und Minimum des für Frösche anzuwendenden Druckes zu haben, bestimmten wir in mehreren Vorversuchen den Druck in der einen Aorta, und fanden denselben bei acht Fröschen im Mittel 30 Mm. Hg. Aus Gründen, die später angeführt werden, wurde dieser Druck im Allgemeinen bei den einzelnen Versuchen nie bedeutend geändert.

Die mikroskopische Beobachtung der Schwimmhaut der Frösche war durch ein am Blechtische angebrachtes Fenster ermöglicht.

Wir theilen nun den grössten Theil unserer mit der Nummer des Protokolles versehenen Versuche mit, von der Anschauung ausgehend, dass eine Auswahl nicht statthaft ist, und nur solche Versuche, die eine einfache Wiederholung der mitgetheilten sind, der Raumersparniss wegen, entfallen können.

III. Theil.

1. Versuche.

VIII. Versuch am 12. Januar 1877.

Gewicht des Frosches 78·5 Grm.; derselbe wurde um 1^h 8′ mit 2 Cc. Curarelösung vergiftet, welche 0·02 Grm. fester Substanz auf den Cubikcentimeter Flüssigkeit enthielt. Um 2^h 52′ wurde dem Thiere 0·7%ige Kochsalzlösung eingeleitet.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge		Anmerkung
		100 Cc.	20 Cc.	
		in Minuten		
2^h 52′	30	—	—	Beginn.
2^h 57′	30	5′	—	Die ausfliessende Flüssigkeit ist blutig gefärbt; etwas trübe.
3^h 1′ 30″	30	4′ 30″	—	
3^h 5′ 30″	30	4′	—	
3^h 10′	30	4′ 30″	—	Es fliesst klare, aber noch immer blutig gefärbte Flüssigkeit ab.
3^h 15′	30	5′	—	
3^h 25′ 30″	30	10′ 30″	—	

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge		Anmerkung
		100 Cc.	20 Cc.	
		in Minuten		
4h 1′	30	35′ 30″	—	Flüssigkeit wasserhell, etwas fadenziehend. Aus der Mundhöhle tritt die stark geschwellte Zunge und der umgestülpte Ösophagus heraus. Volumszunahme des Frosches deutlich sichtbar, seine Haut prall gespannt.
4h 40′ 30″	30	39′ 30″	—	
5h 21′	30	40′ 30″	—	

Gewicht des Frosches nach dem Versuche 161·5 Grm., somit betrug die Gewichtszunahme 83 Grm.

Die Haut des Thieres war prall gespannt, sämmtliche Lymphräume, sowie die Bauchhöhle waren mit klarer Flüssigkeit erfüllt. Ausserdem war ein beträchtliches Lungenödem vorhanden.

An diesen Versuch, welcher zeigt, dass in Folge der Einleitung von Kochsalzlösung ein starkes Ödem bei stets abnehmender Ausflussgeschwindigkeit zu Stande kommt, reihen wir einen zweiten, bei welchem wir eine weniger leicht transsudirende Flüssigkeit in Anwendung brachten.

Wir benützten hiezu eine Lösung von 30 Grm. Gummi in einem Liter 0·7%iger Kochsalzlösung. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie beim vorhergehenden Versuche.

XV. Versuch am 6. Februar 1877.

Gewicht des Frosches 61·6 Grm.; derselbe wurde um 9^h 45′ mit Curare vergiftet. Nachdem das Gefässsystem des Thieres bei einem sehr niederen Drucke mit 0·7%iger Kochsalzlösung ausgespritzt worden war, leiteten wir um 10^h 37′ die Gummilösung ein.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 4 Cc. in Minuten	Anmerkung
10h 37′	30	.		
10h 41′ 30″	30	4′ 30″		Flüssigkeit stark blutig gefärbt.
10h 46′	30	4′ 30″		
10h 49′	30	3′		
10h 52′ 30″	30	3′ 30″		Flüssigkeit klar, wasserhell.
10h 55′ 45″	30	3′ 15″		
10h 59′	30	3′ 15″		
11h 1′ 45″	30	2′ 45″		
11h 5′	30	3′ 15″		
11h 8′ 15″	30	3′ 15″		
11h 11′ 45″	30	3′ 30″		
11h 16′	30	4′ 15″		
11h 20′ 30″	30	4′ 30″		
11h 26′ 30″	30	6′		
11h 39′ 30″	30	13′		
11h 58′ 30″	30	.	19′	Bedeutendes Ödem.

Nachdem um 11h 58′ 30″ bei einem Druck von 30 Mm. Hg die Ausflussmenge nahezu = 0 geworden war, steigerten wir den Druck auf 40 Mm.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausfluss 10 Cc. in Minuten	Anmerkung
12h 8′ 30″	40	10′	
12h 14′ 45″	40	6′ 15″	
12h 20′ 30″	40	5′ 45″	
12h 26′ 15″	40	5′ 45″	
12h 32′ 15″	40	6′	
12h 38′ 30″	40	6′ 15″	
12h 44′ 30″	40	6′	
12h 50′ 45.′	40	6′ 15″	
12h 57′	40	6′ 15″	
1h 2′ 30″	40	5′ 30″	
1h 8′	40	5′ 30″	

Zeit	Druck in Mm. Hg.	Ausfluss 10 Cc. in Minuten	Anmerkung
1h 13′ 15″	40	5′ 15″	
1h 18′ 30″	40	5′ 15″	
1h 24′ 30″	40	6′	
1h 29′ 30″	40	5′	
1h 35′ 15″	40	5′ 45″	
1h 41′ 30″	40	6′ 15″	
1h 48′ 45″	40	7′ 15″	
1h 56′	40	7′ 15″	
2h 3′ 30″	40	7′ 30″	
2h 13′	40	9′ 30″	
2h 26′	40	13′	Der umgestülpte Ösophagus tritt aus der Mundhöhle hervor. Ödem sehr gross.
2h 47′	40	21′	
3h 14′ 30″	40	27′ 30″	

Es hatte sonach in Folge der Druckerhöhung anfänglich die Stromgeschwindigkeit zugenommen, machte jedoch bald wieder bei fortwährender Zunahme des Ödems einer beträchtlichen Verlangsamung Platz. Die Gewichtszunahme des Frosches betrug 43·4 Grm.

Die Autopsie ergab, dass alle Lymphräume von einer klaren Flüssigkeit erfüllt, die Lungen prall gespannt und hochgradig ödematös waren. Die übrigen Organe erschienen blass und wasserreich.

Zu ganz ähnlichen Resultaten führten, wie dieses aus den zwei folgenden Tabellen hervorgeht, unsere Durchleitungsversuche mit Milch.

XI. Versuch am 19. Jänner 1877.

Ein 60·8 Grm. schwerer Frosch wurde um 9h 35′ mit Curare vergiftet. Um 10h 5′ wurde bei einem Drucke von 24 Mm. Hg. eine 0·7%ige Kochsalzlösung von der Aorta aus injicirt, um die Gefässe auszuspülen. Nachdem um 10h 15′ die Kochsalzlösung vollkommen ungefärbt aus den Vorhöfen ausfloss,

wurde um 10^h 25′ neutral[1] reagirende Milch unter einem Drucke von 30 Mm. Hg eingeleitet.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 20 Cc. in Minuten	Anmerkung
10^h 28′	30	—	—	Um 10^h 28′ erscheint die Milch in den Vorhöfen.
10^h 33′	30	—	5′	
10^h 41′	30	—	8′	
10^h 54′	30	—	13′	
11^h 2′	30	8′	16′ 30″	
11^h 10′ 30″	30	8′ 30″		
11^h 18′ 45″	30	8′ 15″	16′ 30″	Die Stromgeschwindigkeit, welche bisher abgenommen hatte, beginnt zu steigen. Gleichzeitig bemerkt man in dem Milchgefässe eine Trennung der Milchkörperchen vom Serum.
11^h 27′	30	8′ 15″		
11^h 35′ 15″	30	8′ 15″	16′ 15″	
11^h 43′ 15″	30	8′		
11^h 50′ 30″	30	7′ 15″	14′ 45″	
11^h 58′	30	7′ 30″		
12^h 5′ 30″	30	7′ 30″	14′ 30″	
12^h 12′ 30″	30	7′		
12^h 19′ 30″	30	7′	13′ 30″	
12^h 26′	30	6′ 30″		
12^h 33′	30	7′	14′	
12^h 40′	30	7′		
12^h 46′	30	6′	13′ 15″	
12^h 53′ 15″	30	7′ 15″		
1^h	30	6′ 45″	13′ 15″	
1^h 6′ 30″	30	6′ 30″		
1^h 13′	30	6′ 30″	13′	
1^h 19′ 30″	30	6′ 30″		
1^h 25′ 45″	30	6′ 15″	12′ 30″	
1^h 32′	30	6′ 15″		
1^h 38′ 30″	30	6′ 30″	13′	Die Milch geschüttelt. Hiebei wurde die Flasche etwas gehoben, worauf die nächsten 10 Cc. rascher abflossen.
1^h 45′	30	6′ 30″		
1^h 51′ 30″	30	6′ 30″	13′	
1^h 58′	30	6′ 30″		
2^h 3′	30	5′	12′ 30″	
2^h 10′ 30″	30	7′ 30″		

[1] Wir achteten stets darauf, dass die zu den Durchleitungsversuchen verwendete Milch nicht sauer reagirte.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge 10 Cc.	Ausflussmenge 20 Cc.	Anmerkung
		in Minuten		
2ʰ 20′	30	9′ 30″	20′ 30″	Die Stromgeschwindigkeit nimmt rapid ab.
2ʰ 31′	30	11′		
2ʰ 42′	30	11′	23′ 30″	
2ʰ 54′ 30″	30	12′ 30″		
3ʰ 9′	30	14′ 30″	33′	
3ʰ 27′ 30″	30	18′ 30″		
3ʰ 42′ 30″	30	15′	35′ 30″	
4ʰ 3′	30	20′ 30″		
4ʰ 25′ 30″	30	22′ 30″	46′ 30″	
4ʰ 49′ 30″	30	24′		

Die Gewichtszunahme des Thieres betrug 11·6 Grm.

Autopsie: Sämmtliche Organe waren mit Milch injicirt; namentlich erschienen die Nierengefässe prall gefüllt. Alle Lymphräume, sowie die Bauchhöhle enthielten grosse Mengen einer klaren Flüssigkeit. Die Lungen waren stark ausgedehnt, ein milchiges, schaumiges Serum erfüllte deren Hohlraum.

Bei dem nun folgenden Versuche war die Anordnung dieselbe, wie bei den vorhergehenden, nur gebrauchten wir die Vorsicht, das Milchgefäss in bestimmten Zeiträumen zu schütteln, um so eine Trennung der Milchkörperchen von dem Serum zu verhindern, da in dem früheren Versuche mit der Abscheidung des Fettes an der Oberfläche sofort eine Zunahme der Stromgeschwindigkeit aufgetreten war, welche erst abnahm, nachdem wir die Milch geschüttelt hatten.

XVI. Versuch am 7. Februar 1877.

Ein Frosch von 48·8 Grm. Gewicht wurde curarisirt, hierauf das Gefässsystem mit 0·7%iger Kochsalzlösung ausgespritzt und um 11^{h} 17′ Milch eingeleitet.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge		Anmerkung
		2 Cc.	10 Cc.	
		in Minuten		
11^h 17′	30	—	—	
11^h 23′ 30″	30	—	6′ 30″	Flasche geschüttelt.
11^h 30′	30	—	6′ 30″	dto.
11^h 37′ 30″	30	—	7′ 30″	dto.
11^h 40′	30	2′ 30″		
11^h 42′ 15″	30	2′ 15″		
11^h 44′ 30″	30	2′ 15″	11′ 15″	
11^h 46′ 30″	30	2′		
11^h 48′ 45″	30	2′ 15″		dto.
11^h 51′ 15″	30	2′ 30″		
11^h 53′ 30″	30	2′ 15″		
11^h 56′	30	2′ 30″	13′	
11^h 59′	30	3′		
12^h 1′ 45″	30	2′ 45″		dto.
12^h 5′ 15″	30	3′ 30″		
12^h 9′	30	3′ 45″		
12^h 13′ 15″	30	4′ 15″	21′ 15″	
12^h 17′ 45″	30	4′ 30″		
12^h 23′	30	5′ 15″		dto.
12^h 25′ 30″	40	2′ 30″	—	Druck auf 40 Mm. Hg erhöht.
12^h 26′ 30″	40	1′		
12^h 27′ 30″	40	1′		
12^h 28′ 45″	40	1′ 15″	5′ 45″	
12^h 30′	40	1′ 15″		
12^h 31′ 15″	40	1′ 15″		Flasche geschüttelt.
12^h 32′ 30″	40	1′ 15″		
12^h 34′	40	1′ 30″		
12^h 35′ 30″	40	1′ 30″	7′ 15″	
12^h 37′	40	1′ 30″		
12^h 38′ 30″	40	1′ 30″		dto.
12^h 40′	40	1′ 30″		
12^h 41′ 45″	40	1′ 45″		
12^h 43′ 30″	40	1′ 45″	8′	
12^h 45′	40	1′ 30″		
12^h 46′ 30″	40	1′ 30″		dto.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge		Anmerkung
		2 Cc.	10 Cc.	
		in Minuten		
12^h 48′ 15″	40	1′ 45″		
12^h 50′ 15″	40	2′		
12^h 52′	40	1′ 45″	8′ 45″	
12^h 53′ 45″	40	1′ 45″		
12^h 55′ 15″	40	1′ 30″		Flasche geschüttelt.
12^h 57′ 15″	40	2′		
12^h 59′ 15″	40	2′		
1^h 1′ 15″	40	2′	10′	
1^h 3′ 15″	40	2′		
1^h 5′ 15″	40	2′		dto
1^h 7′ 15″	40	2′		
1^h 9′ 15″	40	2′		
1^h 11′ 30″	40	2′ 15″	11′	
1^h 13′ 45″	40	2′ 15″		
1^h 16′ 15″	40	2′ 30″		dto
1^h 19′	40	2′ 45″		
1^h 21′ 45″	40	2′ 45″		
1^h 24′	40	2′ 15″	13′	
1^h 26′ 30″	40	2′ 30″		
1^h 29′ 15″	40	2′ 45″		dto.
1^h 32′	40	2′ 45″		
1^h 34′ 45″	40	2′ 45″		
1^h 37′ 30″	40	2′ 45″	14′ 15″	
1^h 40′ 30″	40	3′		
1^h 43′ 30″	40	3′		dto.
1^h 46′ 15″	40	2′ 45″		
1^h 49′ 15″	40	3′		
1^h 52′	40	2′ 45″	14′ 30″	
1^h 55′	40	3′		
1^h 58′	40	3′		dto.
2^h 1′	40	3′		
2^h 4′ 45″	40	3′ 45″		
2^h 8′ 45″	40	4′	18′ 15″	
2^h 12′ 30″	40	3′ 45″		
2^h 16′ 15″	40	3′ 45″		dto.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge 2 Cc.	Ausflussmenge 10 Cc.	Anmerkung
		in Minuten	in Minuten	
2^h 20′ 30″	40	4′ 15″		
2^h 24′ 15″	40	3′ 45″		
2^h 28′	40	3′ 45″	18′	
2^h 31′ 45″	40	3′ 45″		
2^h 34′ 15″	40—41	2′ 30″		Der Druck durch ein Versehen etwas gestiegen, wodurch die Stromgeschwindigkeit vorübergehend etwas gesteigert wurde.
2^h 37′ 30″	40	3′ 15″		
2^h 41′ 15″	40	3′ 45″		
2^h 45′ 30″	40	4′ 15″	19′ 15″	
2^h 49′ 30″	40	4′		
2^h 53′ 30″	40	4′		Flasche geschüttelt.
2^h 57′ 30″	40	4′		
3^h 1′ 15″	40	3′ 45″		
3^h 5′	40	3′ 45″	19′ 45″	
3^h 9′	40	4′		
3^h 13′ 15″	40	4′ 15″		dto.
3^h 17′	40	3′ 45″		dto.
3^h 20′ 15″	40	3′ 15″		dto.
3^h 24′	40	3′ 45″	19′ 45″	dto.
3^h 28′ 45″	40	4′ 45″		dto.
3^h 33′	40	4′ 15″		dto.
3^h 37′ 45″	40	4′ 45″		dto.
3^h 43′	40	5′ 15″		dto.
3^h 48′ 30″	40	5′ 30″	24′ 30″	dto.
3^h 53′ 15″	40	4′ 45″		dto.
3^h 57′ 30″	40—41	4′ 15″		dto.
				Druck etwas gestiegen, was sofort eine geringe Erhöhung der Stromgeschwindigkeit zur Folge hatte.
4^h 1′	40—41	3′ 30″		Flasche geschüttelt.
4^h 5′	40	4′		dto.
4^h 9′	40	4′	19′ 30″	dto.
4^h 13′	40	4′		dto.
4^h 17′	40	4′		dto.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge		Anmerkung
		2 Cc.	10 Cc.	
		in Minuten		
4^h 21′ 30″	40	4′ 30″		Flasche geschüttelt.
4^h 27′ 15″	40	5′ 45″		dto.
4^h 32′	40	4′ 45″	25′ 45″	dto.
4^h 37′	40	5′		dto.
4^h 42′ 45″	40	5′ 45″		dto.
4^h 48′ 15″	40	5′ 30″		dto.
4^h 53′	40	4′ 45″		dto.
4^h 59′	40	6′	30′ 15″	dto.
5^h 6′	40	7′		dto.
5^h 13′	40	7′		dto.

Der Versuch zeigt, dass auch bei Durchleitung von Milch die Stromgeschwindigkeit stetig abnimmt, wenn durch Schütteln für eine stets gleiche Vertheilung der Milchkügelchen im Serum Sorge getragen wird. Als wir den Druck von 30 Mm. auf 40 Mm. Hg erhöhten, trat sofort, wie in dem früher mitgetheilten Versuche XV, eine Zunahme der Ausflussgeschwindigkeit ein, welche jedoch bald wieder constant abnahm. Die kurz andauernde Steigerung der Stromgeschwindigkeit um 2^h 34′ 15″ und um 4^h 1′ war durch eine Erhöhung des Druckes von 40 Mm. auf 41 Mm. Hg bedingt, welche dadurch zu Stande kam, dass unser Regulator noch nicht präcise genug arbeitete, ein Übelstand, welcher bei den folgenden Versuchen vollständig beseitigt wurde.

Das Körpergewicht des Frosches betrug nach dem Versuche 52·55 Grm. Die Gewichtszunahme also 3·75 Grm.

Autopsie: Alle Organe waren mit Milch injicirt, namentlich erschienen die Nieren stark vergrössert. Die Lymphsäcke waren mit Ausnahme der Cisterna magna, in welcher sich ein schwach blutig tingirtes Serum befand, mit klarer Flüssigkeit erfüllt. Lungenödem bedeutend.

XXII. Versuch am 23. November 1877.

Bei dem nun folgenden Versuche verwendeten wir als Injectionsflüssigkeit filtrirtes Schweineblut, welches wir mit 0·7%iger

Kochsalzlösung auf das Vierfache seines Volumens verdünnt hatten.[1] Als Versuchsthier diente ein curarisirter Frosch von 76 Grm. Gewicht. Nachdem das Gefässsystem mit 0·7%iger Kochsalzlösung ausgespritzt worden war, wurde um 1h 9′ Blut eingeleitet. Um 1h 9′ 30″ konnten wir in den Gefässen der Schwimmhaut, welche wir unter dem Mikroskope beobachteten, spärliche Blutkörperchen sehen. Um 1h 10′ tropfte Blut aus den Vorhöfen ab.

Zeit	Druck in Mm. Hg.	Ausflussmenge 10 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 20 Cc. (in Minuten)	Anmerkung
1h 10′	30	—	—	
1h 13′	30	—	3′	
1h 16′	30	—	3′	Das Blut geschüttelt.
1h 18′ 45″	30	—	2′ 45″	dto.
1h 21′ 30″	30	—	2′ 45″	
1h 23′ 15″	30	—	1′ 45″	
1h 25′	30	—	1′ 45″	dto.
1h 27′ 15″	30	—	2′ 15″	
1h 29′ 15″	30	—	2′	
1h 31′ 30″	30	—	2′ 15″	dto.
1h 33′ 30″	30	—	2′	
1h 35′ 30″	30	—	2′	dto.
1h 37′ 45″	30	—	2′ 15″	
1h 40′	30	—	2′ 15″	dto.
1h 42′ 30″	30	—	2′ 30″	
1h 45′	30	—	2′ 30″	dto.
1h 47′ 30″	30	—	2′ 30″	dto.
1h 50′	30	—	2′ 30″	dto.

[1] Wir verwendeten desshalb verdünntes Blut, weil einerseits der Exstinctionscoëfficient des Froschblutes an und für sich bedeutend geringer ist, als der des Schweine- und Rinderblutes, welches wir benützten, ferner auch bei der Manipulation des Defibrinirens, Colirens und Filtrirens durch Verdampfen Wasser verloren geht, welches wir zu ersetzen hatten, andererseits aber die Beobachtung der künstlichen Blutcirculation in der Schwimmhaut bei der von uns gewählten Concentration durch längere Zeit hindurch ermöglicht wurde. Übrigens theilen wir später einen Durchleitungsversuch mit unverdünntem Blute mit.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Ausflussmenge 10 Cc.	20 Cc.	Anmerkung
		in Minuten		
1h 52′ 45″	30	—	2′ 45″	
1h 55′ 30″	30	—	2′ 45″	Das Blut geschüttelt.
1h 58′ 45″	30	—	3′ 15″	
2h 2′	30	—	3′ 15″	dto.
2h 6′	30	—	4′	dto.
2h 10′	30	—	4′	dto.
2h 14′	30	—	4′	dto.
2h 18′	30	—	4′	dto.
2h 22′ 30″	30	—	4′ 30″	dto.
2h 27′ 30″	30	—	5′	dto.
2h 32′ 45″	30	—	5′ 15″	dto.
2h 39′	30	—	6′ 15″	dto.
2h 46′	30	—	7′	dto.
2h 53′ 45″	30	—	7′ 45″	dto.
3h 2′ 30″	30	—	8′ 45″	dto.
3h 11′ 15″	30	—	8′ 45″	dto.
3h 20′	30	—	8′ 45″	dto.
3h 29′	30	—	9′	dto.
3h 40′	30	—	11′	dto.
3h 52′ 30″	30	—	12′ 30″	dto.
4h 7′ 30″	30	—	15′	dto.
4h 16′	30	8′ 30″	17′ ?	Um 4h 16′ wurde der Versuch beendet, nachdem 10 Cc. in 8′ 30″ abgeflossen waren und wir sonach annehmen konnten, dass das Abfliessen von 20 Cc. wenigstens 17′ beanspruchen würde.

Der Frosch zeigte ein sehr starkes Ödem; sein Körpergewicht hatte um 36 Grm. zugenommen.

Autopsie: Alle Lymphräume waren mit einer leicht blutig tingirten Flüssigkeit erfüllt, während die Lunge nur mässig ödematös war. Die übrigen Organe waren schön injicirt, der Magen mit einer röthlich gefärbten Gallerte erfüllt.

Auch in dem eben mitgetheilten Versuche war von $1^h 35'$ an, nachdem das Blut mehrmals geschüttelt worden war, eine constante Abnahme der Stromgeschwindigkeit ersichtlich, während in den ersten 25 Minuten die Ausflussgeschwindigkeit stets zunahm. Dieses letztere Factum erklärt sich daraus, dass sich während der Anordnung des Versuches die Blutkörperchen am Boden des Gefässes angesammelt hatten und wir somit anfänglich eine sehr körperchenreiche Flüssigkeit injicirten, welche erst nach mehrmaligem Schütteln eine gleichmässigere Zusammensetzung erhielt.[1] Es handelte sich hier um ähnliche Verhältnisse, wie im Versuche XI, in welchem wir bei der Injection von Milch plötzlich eine Zunahme der Stromgeschwindigkeit beobachteten, welche dadurch bedingt war, dass in der Injectionsflasche sich die Milchkörperchen im Verlaufe des Versuches an der Oberfläche der Injectionsflüssigkeit angesammelt hatten und somit später eine an Körperchen ärmere Flüssigkeit injicirt würde, als zu Beginn des Versuches.

Überblicken wir noch einmal die bis jetzt mitgetheilten Versuche, so ergibt sich, dass, wenn man curarisirten Fröschen unter einem ihrem Aortendrucke annähernd entsprechenden constanten Druck Flüssigkeiten von der Aorta aus injicirt, die Stromgeschwindigkeit stetig abnimmt und die Thiere gleichzeitig hochgradig ödematös werden, wobei ein Stauungsödem vollständig ausgeschlossen ist, denn die Injectionsflüssigkeit hatte einen ganz ungehinderten Abfluss durch die angeschnittenen Vorhöfe.

Um nun zu untersuchen, welchen Erfolg die Durchleitung der bisher benützten Flüssigkeiten habe, wenn die Thiere nicht nur durch Curare gelähmt waren, sondern ihr Gefässsystem noch stärker verändert worden war, so spritzten wir, vor der Einleitung der von uns bisher benützten Injectionsflüssigkeiten den curarisirten Fröschen das Gefässsystem mit (0·7%) Kochsalzlösung aus und leiteten hierauf durch kurze Zeit eine Goldchloridlösung in die Aorta ein und wuschen hierauf die Gefässe abermals mit Chlornatriumlösung so lange aus, bis wir in der abströmenden

---

[1] Wie schon bei Beschreibung des Apparates erwähnt wurde, hatte derselbe anfangs einige Mängel, welchen wir erst im Verlaufe unserer Untersuchung abzuhelfen im Stande waren.

Flüssigkeit kein Goldchlorid mehr nachweisen konnten. Wir bedienten uns des Goldchlorides, weil Ryneck[1] gezeigt hatte, dass nach kurz dauernden Durchleitungen des Gefässsystemes der Frösche mit 1%iger Goldchloridlösung, die Erregbarkeit der Muskeln vollständig verloren geht. Da wir uns aber schon bei dem ersten Versuche überzeugten, dass 1%ige Lösungen von Goldchlorid sehr tief greifende Veränderungen erzeugen, die Thiere vollkommen starr wurden, die inneren Organe, wie sich später zeigte, gehärtet und das ganze Gewebe getrübt war, so benutzten wir in der Folge nur 0·1%ige Lösungen, welche verschieden lange Zeit durchgeleitet wurden.

XXIV. Versuch am 3. December 1877.

Einem curarisirten Frosche von 78·75 Grm. Gewicht wurden die Gefässe mit 0·7%iger Kochsalzlösung ausgespült, hierauf durch zwei Minuten eine 0·1%ige Goldchloridlösung durchgeleitet, dann nochmals mit Kochsalzlösung ausgespült und endlich um 12h 50′ 45″ Blut eingeleitet, welches vorher durch Verdünnung mit 0·7%iger Kochsalzlösung auf sein vierfaches Volumen gebracht worden war. Die Schwimmhäute wurden während des ganzen Versuches unter dem Mikroskope beobachtet und fortwährend mit 0·7%iger Kochsalzlösung befeuchtet.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Abfluss 20 Cc. in Minuten	Anmerkung
12h 51′ 30″	30	—	Um 12h 51′ 30″ tropft das Blut aus den Vorhöfen ab. In allen Gefässen der Schwimmhaut ist ein lebhaftes Strömen zu sehen, doch erscheint das Blut nicht roth, sondern grauroth. In einer grossen Vene ein deutlicher Axenstrom.
12h 53′ 30″	30	2′	
12h 56′	30	2′ 30″	
12h 58′ 30″	30	2′ 30″	

[1] L. c.

Zeit	Druck in Mm. Hg	Abfluss 20 Cc. in Minuten	Anmerkung
1^h 1′	30	2′ 30″	Das Blut geschüttelt.
1^h 3′ 45″	30	2′ 45″	1^h 5′ dto.
1^h 6′ 30″	30	2′ 45″	
1^h 9′ 15″	30	2′ 45″	1^h 10′ dto.
1^h 12′	30	2′ 45″	
1^h 15′	30	3′	1^h 15′ dto.
1^h 18′	30	3′	1^h 20′ dto.
1^h 21′	30	3′	
1^h 24′	30	3′	1^h 25′ dto.
1^h 27′ 15″	30	3′ 15″	1^h 30′ dto.
1^h 30′ 15″	30	3′	Ein deutliches Ödem sichtbar.
1^h 33′ 15″	30	3′	
1^h 36′ 30″	30	3′ 15″	1^h 35′ dto.
1^h 39′ 45″	30	3′ 15″	1^h 45′ dto.
1^h 43′	30	3′ 15″	1^h 40′ dto.
1^h 46′ 30″	30	3′ 30″	In einzelnen kleinen Gefässen
1^h 49′ 45″	30	3′ 15″	erscheint der Blutstrom etwas röther.
1^h 53′ 30″	30	3′ 45″	1^h 50′ Das Blut geschüttelt.
1^h 57′	30	3′ 30″	1^h 55′ dto.
2^h 45″	30	3′ 45″	2^h dto.
2^h 4′ 15″	30	3′ 30″	2^h 5′ dto.[1]
2^h 8′	30	3′ 45″	2^h 10′ dto.
2^h 12′	30	4′	2^h 15′ dto.
2^h 16′	30	4′	2^h 20′ dto.
2^h 20′ 15″	30	4′ 15″	
2^h 25′	30	4′ 45″	2^h 25′ dto.
2^h 29′ 45″	30	4′ 45″	2^h 30′ dto.
2^h 34′ 45″	30	5′	2^h 35′ dto.
2^h 40′	30	5′ 15″	2^h 40′ dto.
2^h 45′ 45″	30	5′ 45″	2^h 45′ dto. 2^h 50′ dto.[2]

[1] Der Axenstrom in den grössten Venen nicht mehr deutlich, der Strom erscheint röther als früher.

[2] Der Kreislauf ist langsamer. In einer grossen Vene bemerkt man ein unregelmässiges Strömen, indem das Blut in der einen Hälfte der Vene in der einen Richtung, in der anderen Hälfte in der entgegengesetzten Richtung fliesst. In letzterer Richtung ist der Strom sehr verlangsamt und wenn man das Gefäss in seinem Verlaufe weiter verfolgt, so gelangt man zu einem

Zeit	Druck in Mm. Hg.	Abfluss 20 Cc. in Minuten	Anmerkung
2h 51′ 30″	30	5′ 45″	2h 58′ Das Blut geschüttelt.
2h 58′	30	6′ 30″	3h 5′ dto.
3h 5′ 30″	30	7′ 30″	3h 10′ dto.
3h 13′	30	7′ 30″	3h 15′ dto.
3h 20′ 45″	30	7′ 45″	3h 20′ dto.
3h 30′ 30″	30	9′ 45″	3h 30′ dto.[1]
3h 38′ 15″	30	7′ 45″	3h 35′ dto.
3h 46′ 15″	30	8′	3h 40′ dto.
3h 54′ 15″	30	8′	3h 45′ dto.
4h 3′	30	8′ 45″	3h 50′ dto.
4h 12′	30	9′	3h 59′ dto.[2]
4h 21′ 45″	30	9′ 45″	4h 10′ dto.
4h 32′	30	10′ 15″	4h 30′ dto.
4h 44′ 15″	30	12′ 15″	4h 35′ dto.
4h 58′ 30″	30	14′ 15″	4h 45′ dto.[3]
5h 12′	30	15 Cc. in 13′ 30″	4h 58′ dto.

Um 5^h 12′ mussten wir den Versuch, wegen Mangel an Injectionsflüssigkeit beenden. Das Thier hatte ein sehr bedeutendes Ödem und hatte um 79·28 Grm. an Körpergewicht zugenommen.

Autopsie: Alle Lymphräume der Haut, sowie die Bauchhöhle und die Cisterna magna waren mit einer serösen, etwas blutig tingirten Flüssigkeit erfüllt, welche beim Kochen ein Coagulum ausschied. Die Rachenhöhle war mit einer röthlichen Gallerte erfüllt, ebenso der Magen. Alle Organe waren deutlich injicirt. In der

---

Capillarbezirk, in welchem die Gefässchen als dunkelscharlachroth gefärbte Stränge erscheinen.

[1] Einen Moment den Zuleitungsschlauch abgeklemmt und eine neue Flasche mit Blut eingeschaltet.

[2] Das Strömen in den kleinen Arterien noch ziemlich rasch.

[3] In den kleinen Arterien ist die Blutbewegung noch ziemlich rasch; der Venenstrom sehr verlangsamt. Die Stase in den Capillaren nimmt zu und sind auch kleine Extravasate zu sehen.

Zunge fanden sich zahlreiche kleine Extravasate. Die Harnblase war mässig gefüllt.

Vergleichen wir den eben geschilderten Versuch mit unseren früheren Versuchen, so finden wir, dass die Resultate in Beziehung auf die stetige Abnahme der Stromgeschwindigkeit und auf das Auftreten des Ödems vollkommen übereinstimmen, nur entwickelten sich in dem Goldchloridversuche die Erscheinungen noch rascher und präciser. Überdies haben wir in diesem letzten Versuche noch der kleinen Extravasate in der Schwimmhaut und in der Zunge zu gedenken.

Ähnliche Extravasate, jedoch in noch grösserer Anzahl, haben wir in allen Goldchloridversuchen beobachtet und wir wollen dieser Erscheinung, sowie der Wahrnehmungen, welche wir bei der mikroskopischen Untersuchung der Schwimmhaut machten, noch später gedenken. Vorläufig reihen wir an den eben mitgetheilten Goldchloridversuch einen Versuch, welchen wir an einem frischgeworfenen, gleich nach der Geburt verendeten Kaninchen anstellten, welches 24 Stunden nach dem Tode zum Versuche verwendet wurde. [1]

Auch hier hatten wir es mit einem Gefässsystem zu thun, welches jedenfalls vollständig gelähmt und vielleicht bis zu einem gewissen Grade noch weiter verändert war.

XIX. Versuch am 15. Februar 1877.

Das Kaninchen wog 40·35 Grm. Wir injicirten, nachdem wir die Brusthöhle nur soweit eröffnet hatten um die Canüle in die Aorta einbinden und die Vorhöfe aufschneiden zu können, eine Gummilösung von 30 Grm. fester Substanz auf 1000 CC. 0·7$^0/_0$iger Kochsalzlösung, ohne zuvor das Gefässsystem mit Chlornatriumlösung ausgespritzt zu haben. Der constante Druck, welchen wir in Anwendung brachten, betrug während des ganzen Versuches 66 Mm. Hg.

---

[1] Mosso, l. c. pag. 318.

Zeit	Ausflussmenge 2 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 10 Cc. (in Minuten)	Anmerkung
11h 37'	—		Es fliesst stark blutig gefärbte
11h 40'	—	3'	Flüssigkeit aus dem Vorhofe ab.
11h 42' 30"	—	2' 30"	
11h 44' 30"	—	2'	Die abströmende Flüssigkeit ist nicht
11h 46' 45"	—	2' 15"	mehr blutig gefärbt.
11h 48' 45"	—	2'	
11h 50' 45"	—	2'	
11h 52' 45"	—	2'	Die Ohren, die Kopfhaut, der Rücken
11h 54' 45"	—	2'	und die linke Vorderpfote ödematös.
11h 56' 30"	—	1' 45"	
11h 58' 15"	—	1' 45"	Aus den Nasenlöchern sickern einige
12h	—	1' 45"	Tropfen Flüssigkeit aus.
12h 1' 30"	—	1' 30"	
12h 3'	—	1' 30"	
12h 4' 45"	—	1' 45"	Die Bauchdecken sind stark ge-
12h 6' 15"	—	1' 30"	spannt.
12h 8'	—	1' 45"	
12h 9' 45"	—	1' 45"	
12h 11' 45,'	—	2'	
12h 13' 45"	—	2'	
12h 16' 15"	—	2' 30"	
12h 19'	—	2' 45"	
12h 21' 45"	—	2' 45"	
12h 24' 45"	—	3'	
12h 27' 45"	—	3'	
12h 30' 45"	—	5 C. C. in 3 Minuten	Es wurde ein neues Gefäss mit Gummilösung eingeschaltet.
12h 31' 30"	45"		
12h 32'	30"		
12h 32' 45"	45"	3' 30"	
12h 33' 30"	45"		
12h 34' 15"	45"		
12h 35'	45"		
12h 35' 45"	45"		
12h 36' 30"	45"	3' 45"	
12h 37' 15"	45"		
12h 38'	45"		

Zeit	Ausflussmenge		Anmerkung
	2 Cc.	10 Cc.	
	in Minuten		
12h 38' 45"	45"		
12h 39' 30"	45"		
12h 40' 15"	45"	4'	
12h 41'	45"		Das Ödem ist über den ganzen Körper ausgedehnt.
12h 42'	1'		
12h 42' 45"	45"		
12h 43' 45"	1'		
12h 44' 30"	45"	4' 30"	
12h 45' 30"	1'		
12h 46' 30"	1'		
12h 47' 15"	45"		
12h 48' 15"	1'		
12h 49' 30"	1' 15"	5'	
12h 50' 15"	45"		
12h 51' 30"	1' 15"		
12h 52' 15"	45"		
12h 53' 15"	1'		
12h 54' 15"	1'	5'	
12h 56' 30"	2' 15"[1]		
12h 57' 30"	1'		
12h 58' 30"	1'		
12h 59' 45"	1' 15"	5' 15"	
1h 45"	1'		
1h 1' 45"	1'		
1h 2' 45"	1'		
1h 4'	1' 15"		
1h 5'	1'	5' 30"	
1h 6'	1'		
1h 7' 15"	1' 15"		
1h 8' 30"	1' 15"		
1h 9' 45"	1' 15"		
1h 11'	1' 15"	6' 30"	
1h 12' 15"	1' 15"		
1h 13' 45"	1' 30"		Die Falten an den hinteren Extremitäten gleichen sich vollständig aus.

[1] Eine Ablesung wurde versäumt.

Zeit	Ausflussmenge 2 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 10 Cc. (in Minuten)	Anmerkung
1^h 15′ 15″	1′ 30″		
1^h 16′ 45″	1′ 30″		
1^h 18′ 15″	1′ 30″	7′ 30″	
1^h 19′ 45″	1′ 30″		
1^h 21′ 15″	1′ 30″		
1^h 22′ 45″	1′ 30″		
1^h 24′ 15″	1′ 30″		
1^h 25′ 45″	1′ 30″	7′ 45″	
1^h 27′ 30″	1′ 45″		
1^h 29′	1′ 30″		
1^h 30′ 30″	1′ 30″		
1^h 32′	1′ 30″		
1^h 33′ 45″	1′ 45″	8′	
1^h 35′ 30″	1′ 45″		
1^h 37′	1′ 30″		
1^h 38′ 30″	1′ 30″		
1^h 40′	1′ 30″		
1^h 42′	2′	8′	
1^h 43′ 30″	1′ 30″		
1^h 45′	1′ 30″		
1^h 46′ 45″	1′ 45″		
1^h 48′ 30″	1′ 45″		
1^h 50′ 15″	1′ 45″	8′ 45″	
1^h 52′	1′ 45″		
1^h 53′ 45″	1′ 45″		
1^h 55′ 30″	1′ 45″		
1^h 57′ 30″	2′		
1^h 59′ 15″	1′ 45″	9′	
2^h 1′	1′ 45″		
2^h 2′ 45″	1′ 45″		
2^h 4′ 30″	1′ 45″		
2^h 6′ 30″	2′		
2^h 8′ 30″	2′	9′ 30″	
2^h 10′ 15″	1′ 45″		
2^h 12′ 15″	2′		

Zeit	Ausflussmenge 2 Cc.	Ausflussmenge 10 Cc.	Anmerkung
	in Minuten		
2^h 14′ 15″	2′		
2^h 16′ 15″	2′		
2^h 18′ 15″	2′	10′ 30″	
2^h 20′ 30″	2′ 15″		
2^h 22′ 45″	2′ 15″		
2^h 25′	2′ 15″		
2^h 27′	2′		
2^h 29′	2′	10′ 45″	
2^h 31′ 15″	2′ 15″		
2^h 33′ 30″	2′ 15″		
2^h 35′ 30″	2′		
2^h 37′ 30″	2′		
2^h 39′ 45″	2′ 15″	11′	
2^h 42′	2′ 15″		
2^h 44′ 30″	2′ 30″		
2^h 47′	2′ 30″		
2^h 49′ 15″	2′ 15″		
2^h 51′ 30″	2′ 15″	12′ 15″	
2^h 54′ 15″	2′ 45″		
2^h 56′ 45″	2′ 30″		
2^h 59′	2′ 15″		
3^h 1′ 15″	2′ 15″		
3^h 3′ 30″	2′ 15″	11′ 15″	
3^h 5′ 45″	2′ 15″		
3^h 8′	2′ 15″		
3^h 10′ 30″	2′ 30″		
3^h 13′	2′ 30″		
3^h 15′ 30″	2′ 30″	12′ 30″	
3^h 18′	2′ 30″		
3^h 20′ 30″	2′ 30″		

Nach Beendigung des Versuches wog das Thier 130·01 Grm. und hatte somit um 89·66 Grm. zugenommen.

Autopsie: Die Haut, welche vor dem Versuche faltig war, erschien jetzt prall gespannt. Das Unterhautzellgewebe war in eine gallertartige, durchsichtige Masse verwandelt, in welcher man die Nerven und Gefässe als zarte, weisse Stränge verfolgen konnte.

Die Bauchhöhle war von einer grossen Menge klarer Flüssigkeit erfüllt, während die Harnblase leer gefunden wurde. Die Nieren waren mässig gespannt, die Leber noch blutreich, die Lungen comprimirt, jedoch noch lufthältig. In den Gedärmen fand sich ein schleimiger, gallig gefärbter Inhalt.

Nachdem wir nun bei allen unseren Versuchen in Beziehung auf die Abnahme der Stromgeschwindigkeit und auf das Zustandekommen eines Ödems zu demselben Resultate gelangt waren, wollten wir auch ermitteln, ob und in welchem Zusammenhange die beiden genannten Erscheinungen stehen. Zu diesem Zwecke dachten wir zuerst uns ähnlich wie dies Mosso[1] gethan, einen Plethysmographen zu construiren, um so durch die Volumszunahme des Thieres, das Vorschreiten des Ödems in den einzelnen Zeitabschnitten verfolgen zu können.

Bald jedoch liessen wir diesen Gedanken wieder fallen, weil bei Anwendung eines Plethysmographen eine mikroskopische Untersuchung der Schwimmhaut mit Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre.

Diese Untersuchung benützten wir aber als ein nothwendiges Mittel um uns davon zu überzeugen, dass die Durchleitungsflüssigkeit in alle Gefässe eingedrungen sei. Auch wäre die Herstellung eines völlig unbehinderten Abflusses der durchgeleiteten Flüssigkeit aus den Venen sehr umständlich gewesen. Wir zogen es desshalb vor, den Fröschen in den Lymphraum eines Oberschenkels ein Manometer einzufügen und benützten die Höhe des Flüssigkeitsstandes in demselben als Maass für die Grösse des Ödemes.

Das Manometer, welches wir zu diesem Zwecke benützten, war ein ⊥förmiges Glasrohr, dessen verticaler Schenkel als Druckmesser diente, und dessen horizontaler Theil einerseits mit einer Spengler'schen Canüle zum Einsetzen in die Haut des Lymphraumes, andererseits mit einem Hahne zum Ablassen der Flüssigkeit versehen war. — Es ist selbstverständlich, dass wir bei unseren Versuchen stets die Vorsicht gebrauchten, das Manometer unter Wasser mit dem Lymphraum des Frosches in Verbindung zu setzen, um den Eintritt von Luftblasen zu vermeiden.

---

[1] L. c. p. 308.

Das sich im Innern des Manometers bei dieser Manipulation ansammelnde Wasser wurde vor Beginn der Versuche frei abfliessen gelassen.

XXXIII. Versuch vom 4. Jänner 1877.

Einer Rana esculenta von 72·4 Grm. Körpergewicht wurde unter einem Druck von 40 Mm. Hg. 0·7%ige Kochsalzlösung eingeleitet, um $12^h10'$. Bei diesem Versuche war in den Lymphraum des linken Oberschenkels ein Manometer eingesetzt.

Zeit	Ausflussmenge 25 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 100 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
12h 12′	—	—	8	
12h 14′	—	2′	—	
12h 15′ 50″	—	1′ 50″	5	
12h 17′ 45″	—	1′ 55″	6	
12h 19′ 40″	—	1′ 55″	8	
12h 21′ 30″	—	1′ 50″	10 [1]	[1] Frosch zuckt; dabei kleine Schwankungen im Manometer des Lymphraumes.
12h 23′ 25″	—	1′ 55″	13	
12h 25′ 15″	—	1′ 50″	16 [2]	[2] Starke Zuckungen einzelner kleiner Muskelpartien.
12h 27′ —	—	1′ 45″	18	
12h 28′ 45″	—	1′ 45″	20	
12h 30′ 45″	—	2′	21 [3]	[3] Ödem deutlich zu sehen.
12h 32′ 40″	—	1′ 55″	25	
12h 34′ 40″	—	2′	31	
12h 36′ 45″	—	2′ 5″	45	
12h 38′ 45″	—	2′	58	
12h 40′ 40″	—	1′ 55″	69	
12h 42′ 40″	—	2′	81	
12h 44′ 40″	—	2′	96	
12h 46′ 35″	—	1′ 55″	116	
12h 48′ 40″	—	2′ 5″	140	Mariottesche Flasche neu gefüllt.
12h 50′ 50″	—	2′ 10″	180	
12h 52′ *	—	—	—	* Klemme von der Mariotteschen Flasche entfernt.
12h 53′ 30″	—	2′ 40″	240	
12h 57′	—	3′ 30″	355	

Zeit	Ausflussmenge 25 Cc. in (in Minuten)	Ausflussmenge 100 Cc. (in Minuten)	Druck im Lymphraume	Anmerkung
12h 59' 15"	2' 15"	11' 15"	410	
1h 1' 30"	2' 15"		370	
1h 3' 50"	2' 20"		410	
1h 8' 5"	4' 15"		474	
1h 14' 20"	6' 15"	34' 25"	514	
1h 21' 15"	6' 55"		544	
1h 30' 45"	9' 30"		566	
1h 42' 30"	11' 45"		577	
1h 55' 30"	13'	52' 45"	581	
2h 7' 30"	12'		586	An der Schwimmhaut traten durch Abhebung der Epidermis einzelne Wasserbläschen auf.
2h 20' 30"	13'		596	
2h 35' 15"	14' 45"		585	

XXXVII. Versuch am 16. Jänner 1878.

Einer Rana esculenta von 68·6 Grm. Körpergewicht wurde nach vorangegangener Curarisirung verdünntes defibrinirtes Rinderblut (1 Theil Blut auf 3 Theile 0·7%ige ClNa-Lösung) unter einem Druck von 40 Mm. Hg, welchen das Manometer anzeigte, eingeleitet.

Zeit	Ausflussmenge 25 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 100 Cc. (in Minuten)	Druck im Lymphraume	Anmerkung
3h 33'				Kreislauf in der Schwimmhaut schön.
— 36¼'	—	3' 15"	0	
— 39½'	—	3' 15"	0	
— 42¾'	—	3' 15"	0	
— 46'	—	3' 15"	0	
— 49'	—	3'	0	
— 52'	—	3'	0	
— 55½'	—	3' 30"	0	Kreislauf noch sehr schön.

Zeit	Ausflussmenge 25 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 100 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
3^h 59′	—	3′ 30″	3	3^h 55′ Druckgefäss gewechs.
4^h 3½′	—	4′ 30″	—	4^h 1′ Mariottesche Flasche
— 9′	—	5′ 30″	—	abgeklemmt, um 4^h 3′ wieder
— 13½′	—	4′ 30″	4	geöffnet, hat auf das Mano-
— 19′	—	5′ 30″	—	meter M_1 gar keinen Einfluss.
— 25′	—	6′	—	Kreislauf langsamer.
— 32½′	—	7½′	—	Mehrere kleine Extravasate
— 41½′	—	8′	5	zeigen sich in der Schwimm-
— 43′	1′ 30″		—	haut.
— 45′	2′		—	
— 47′ 10″	2′ 10″	10′ 10″	6	
— 49′ 20″	2′ 20″		—	Zunge tritt aus der Mund-
— 51′ 40″	2′ 10″		7	spalte hervor. Viel Extra-
— 54′ 15″	2′ 35″		7	vasate auf derselben.
— 56′ 45″	2′ 30″		8	Druckgefäss gewechselt.
— 59′ 15″	2′ 30″	12′ 50″	9	
5^h 1′ 40″	2′ 25″		11	Kreislauf noch zu sehen.
— 4′ 30″	2′ 50″		13	
— 7′ 30″	3′		14	Zunge tritt mehr und mehr
— 10′ 30″	3′		17	aus der Mundhöhle hervor,
— 13′ 30″	3′	14′ 45″	20	ist besäet mit Extravasaten.
— 16′ 30″	3′		23	5^h 8′—5^h 10′ Mariottesche
— 19′ 15″	2′ 45″		26	Flasche abgeklemmt.
— 22′ 15″	3′		31	5^h 11′ Kreislauf noch deut-
— 25′ 15″	3′		36	lich zu sehen.
— 28′ 30″	3′ 15″	16′ 15″	42	5^h 23′ Canüle etwas ge-
— 32′	3′ 30″		50	hoben.[1]
— 35′ 30″	3′ 30″		56	5^h 36′ Canüle gehoben.
— 38′ 30″	3′		50	Das zweimalige Sinken der
— 42′	3′ 30″		56	Flüssigkeit im Manometer des Lymphraumes war von
— 45′ 30″	3′ 30″	17′ 30″	65	einer Unrichtigkeit des
— 49′ 15″	3′ 45″		73	Manometers herrührend, welche behoben wurde.
— 53′	3′ 45″		81	5^h 45′ Druckgefäss gewechs. In einzelnen Blutgefässen noch rasche Bewegung.

[1] Die Canüle musste von Zeit zu Zeit nachgerückt werden, da durch das Wachsen des Ödems die Aorta geknickt worden wäre.

Zeit	Ausflussmenge in Minuten 25 Cc.	Ausflussmenge in Minuten 100 Cc.	Druck im Lymphraume	Anmerkung
5^h 56′ 30″	3′ 50″		90	
6^h 1′ 30″	4′ 40″		103	Canüle gehoben.
— 6′ 30″	5′	25′	110	Lymphe etwas färbig.
— 12′	5′ 30″		129	
— 18′	6′		145	Canüle gehoben.
— 25′	7′		160	Blutkreislauf hat aufgehört,
— 32′ 45″	7′ 45″		179	in der Mehrzahl der Gefässe
— 42′ 30″	9′ 45″	47′ 30″	190	fast völlige Stase.
— 58′ 30″	11′		191	Es quillt die ganze Zunge aus
7^h 5′ 30″	12′		—	der Mundhöhle heraus. Extravasate und Blasen an der Schwimmhaut. Ösophagus und Magen treten heraus.

Gewicht des Frosches nach dem Versuche 134·5 Grm., also Zunahme 65·9 Grm.

Sectionsbefund: Massenhafte Ansammlung von Transsudat in allen Lymphräumen, reichliche Injection aller inneren Organe, besonders des Darmes, der Blase und der Nieren, Lunge klein, blutreich, wenig ödematös. Blase mässig gefüllt. Gefässe sehr blutreich.

Zum Vergleiche mit dem vorhergehenden Versuche führen wir hier einen an, in welchem unverdünntes Blut als Durchleitungsflüssigkeit angewendet wurde.

XXXVIII. Versuch vom 29. Jänner 1878.

Einer stark curarisirten Rana esculenta von 50·8 Grm. Körpergewicht wurde unter einem Druck von 30 Mm. Hg unverdünntes, defibrinirtes Rinderblut eingeleitet, dem noch auf 1 Liter, 20 Cc. filtrirter Curarelösung zugesetzt worden waren.

Zeit	Ausflussmenge		Druck im Lymphraume	Anmerkung
	10 Cc.	20 Cc.		
	in Minuten			
11^{h} 31′[1]	—	—	—	Blutkreislauf in den Schwimmhäuten des rechten Beines gut; Strömung rasch. 11^{h} 33′ die Gefässe füllen sich immer mehr und mehr; 11^{h} 47′ alle Gefässe dunkelroth vollgepfropft mit Blutkörperchen. In den Arterien noch ziemlich rasche Bewegung. In den Venen ist die Bewegung sehr träge. Das Capillarnetz dicht erfüllt von Blut, in den meisten Stase. — Auch makroskopisch ist eine sehr deutliche Injection der Schwimmhaut zu sehen. — In den Schwimmhäuten des anderen Beines ist die Stase nicht so weit ausgebildet, namentlich in den Arterien ist noch schnelles Strömen zu sehen.
— 34′ 30″	—	3½′	—	
— 38′ 30″	—	4′	—	
— 42′ 40″	—	4′ 10″	—	
— 47′	—	4′ 20″	—	
— 52′ 45″	—	5′ 45″	—	
— 59′	—	6′ 15″	1 [1]	[1] 12^{h} 15′ In einzelnen Arterien noch deutliches Strömen sichtbar.
12^{h} 11′	—	12′	2 [2]	[2] Druckgefäss gewechselt.
— 26′	15′	35′ (für 26′ und 46′)	3 [3]	[3] Flüssigkeit im Manometer des Lymphraumes völlig wasserklar.
— 46′	20′		4 [4]	[4] In einzelnen Gefässen noch deutliches Strömen.
1^{h} 19′	33′	—	5 [5]	[5] Nur in vereinzelten ist noch langsames Strömen zu sehen.
— 42′	6 Cc. in 23′	—	5 [6]	[6] Überall Stase.

Eine Druckerhöhung auf 36 Mm. bleibt ohne Einfluss. Gewicht des Frosches nach dem Versuche 68·5 Grm., Gewichtszunahme 17·7 Grm.

Aus einer Reihe von Versuchen, bei denen Rinderblutserum als Durchleitungsflüssigkeit verwendet wurde, und welche sowohl an curarisirten als auch an nicht curarisirten Fröschen angestellt wurden, führen wir hier mehrere als Beispiele an, da das Blutserum, welches wir in grossen Mengen so frisch als möglich zu unseren Versuchen verwendeten, mit Ausnahme des unverdünnten Blutes, diejenige aller von uns benützten Durchleitungsflüssigkeiten war, von der wir voraussetzen durften, dass sie die Gewebe des Thieres am wenigsten in ihrem Normalverhalten beeinträchtige. Wir erwähnen aber, gleich vorausgreifend, dass gerade die Versuche an nicht curarisirten Thieren deutlich beweisen, dass auch schon durch Rinderblutserum im Verlaufe des Versuches eine solche Alteration in der physiologischen Function des gesammten Organismus des Thieres hervorgerufen wird, dass man zu grosser Vorsicht gemahnt wird, wenn man einer Flüssigkeit den Namen einer indifferenten beizulegen beabsichtigt. Allerdings sind bei unseren Versuchen mit frischem Rinderblutserum anfänglich einige Fehler mit unter laufen, deren Beseitigung uns erst im Verlaufe der Versuche gelang.

Nichtsdestoweniger halten wir gerade diese Versuche für die Erkenntniss gewisser Vorgänge beim Entstehen des Ödems für sehr belehrend, wesshalb wir sie hier folgend mittheilen.

Gleichzeitig hatten wir erst jetzt im Verlaufe unserer Untersuchungen unserem Apparate jene Form gegeben, welche eine präcise Handhabung desselben ermöglichte, so dass alle vom XXVII. an, folgenden Durchleitungsversuche als Controlversuche der vorhergegangenen zu gelten haben.

XXXIX. Versuch am 8. Mai 1879.

Einer schwach curarisirten Rana esculenta von 45·65 Grm. Körpergewicht wurde um $4^h 6'$ unter einem constanten Druck von 36 Mm. Hg Blutserum eingeleitet. Das Blutserum war vor dem Gebrauche colirt und filtrirt worden, es reagirte schwach alkalisch und war fast klar.

Während dieses, sowie aller anderen mit Blutserum angestellten Versuche, setzt sich im Verlaufe des Versuches aus dem Serum ein wenig einer weissen, flockigen Masse in den Zuleitungsröhren ab.[1]

[1] Diesem Übelstande halfen wir in der Folge dadurch ab, dass wir an den Zuleitungsröhren zu der Canüle, mehrere Ausbauchungen anbrachten, in welchen letzteren sich das Sediment ablagern konnte.

Zeit	Druck	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 20 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
4^h 6′	36	—	—	6	
— 7 3/4′	36	—	1′ 45″	6	Blutig ausfliessend.
— 9 3/4′	36	—	2′	6	Klar ausfliessend.
— 12 1/2′	36	—	2′ 45″	6	
— 16′	36	—	3′ 30″	6	
— 19 3/4	36	—	3′ 45″	6	
— 25 1/2′	36	—	5′ 45″	6	
— 32′	36	—	6′ 30″	6	4^h 33′ Flasche gewechselt.
— 38 1/4′	36	—	6′ 15″	6	* Etwas am Lymphmano-
— 43 1/2′	36	—	5′ 15″*	6	meter gerichtet, wodurch
— 48 1/2′	36	—	5′	6	vom Tischchen, auf dem der
— 54 1/4′	36	—	5′ 45″	6	Frosch ruhte, etwas mehr
5^h 1′	36	—	6′ 45″	6	Flüssigkeit abfloss.
— 6 1/4′	36	5′ 15″	11′ 15″	10	4^h 57 3/4′ Flasche gewechs.
— 12 1/4′	36	6′		13	Messgefäss gewechselt.
— 18 1/2′	36	6′ 15″	9′ 45″	17	Die Differenz hat ihren
— 22′	36	3′ 30″		20	Grund in der ungleichen
— 27 1/4′	36	5′ 15″	11′	23	Theilung zweier Messge-
— 33′	36	5′ 45″		26	fässe. Flasche gewechselt.
— 36 1/2′	36	3′ 30″	12 1/2′	27	Messgefäss gewechselt.
— 39 1/4′	36	2′ 45″		30	
— 42 1/2′	36	3′ 15″		31	
— 45 1/2′	36	3′		33	
— 49′	36	3′ 30″	14 1/2′	36	Flasche gewechselt, 5^h 47′
— 52 1/4′	36	3′ 15″		41	
— 56′	36	3′ 45″		46	
6^h	36	4′		39	Gewichtshacken vom Frosch
— 3′	36	3′	25 3/4′	43	entfernt.
— 7′	36	4′		46	
— 12 1/2′	36	5′ 30″		50	
— 25 3/4′	36	13′ 15″		57	Flasche gewechselt. 6^h 13′ 15″
— 36 3/4′	36	11′	27 1/2′	71	Manometer d. Lymphraumes
— 42 1/2′	36	5′ 45″		94	um die Spannung zu vermei-
— 47 1/2′	36	5′		113	den, entsprechend gerichtet.
— 53 1/4′	36	5′ 45″		136	Ebenso die Einflusscanüle.
7^h	36	6′ 45″	29 1/4′	158	Flasche gewechselt. 6^h 40″
7^h 7′	36	7′		170	
7^h 14 1/2′	36	7′ 30″		182	Zunge beginnt hervorzu-
7^h 22 1/2′	36	8′		186	treten.

Gewicht des Frosches nach dem Versuche 89·8 Grm.
Zunahme an Gewicht = 44·15 Grm.

Autopsie: Sehr starkes Ödem in allen Organen. Alle Lymphräume mit klarer, gelblicher Flüssigkeit erfüllt. Harnblase leer. Lunge zusammengefallen.

XL. Versuch vom 9. Mai 1879.

Einer curarisirten Rana esculenta von 44·8 Grm. Körpergewicht wird anfänglich unter einem constanten Druck von 20 Mm., später 36 Mm. Hg colirtes Rinderblutserum eingeleitet.

Um 2^h 40′ wird durch Öffnen der Hähne die Flüssigkeit in die Aorta einfliessen gelassen, um 2^h 42′ tropft die noch blutig gefärbte Flüssigkeit aus den Vorhöfen ab.

Zeit	Druck	Ausflussmenge in Minuten		Druck im Lymphräume	Anmerkung
		2 Cc.	10 Cc.		
2^h 42′	20	—	—	—	
— $46^1/_4$′	20	—	4′ 15″	—	Fliesst klar ab.
— 51′	20	—	4′ 45″	—	
— 55′	20	—	4′	—	
— $59^1/_2$′	20	—	4′ 30″	—	Flasche gewechselt 2^h 57′
3^h $4^1/_2$′	20	—	5′	—	
— $13^3/_4$′	20	—	9′ 30″	—	
— $32^1/_2$′	20	—	18′ 45″	—	3^h $19^1/_4$′ Flasche gewechselt.
— $42^1/_2$′	20	10′		—	3^h $40^1/_2$′ Flasche gewechselt.
— 52′	20	9′ 30″		—	
4^h $1^1/_4$′	20	9′ 15″	38′ 30″	—	Herz schlägt fortwährend.
— 6′	20	4′ 45″		—	4^h 30′ Zunge tritt hervor.
— 11′	20	5′		—	
— $14^3/_4$′	20	3′ 45″		—	
— $18^1/_4$′	20	3′ 30″		—	
— $22^1/_2$′	20	4′ 15″	23′	—	
— 30′	20	7′ 30″		—	
— 34′	20	4′		—	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 10 Cc. (in Minuten)	Druck im Lymphraume	Anmerkung
4^h 37½'	20	3' 30"		7	
— 41¾'	20	4' 15"		7	
— 47¼'	20	5' 30"	25' 30"	7	
— 53¼'	20	6'		9	
— 59½'	20	6' 15"		9	
5^h 6'	20	6' 30"		9	
— 13'	20	7'		9	
— 20½'	20	7' 30"	38' 30"	9½	
— 28'	20	7' 30"		9½	
— 38'	20	10'		10	
— 47½'	20	9' 30"		10½	
— 54¾'	20	7' 15"		11	
6^h 2½'	20	7' 45"	41' 45"	11	
— 11'	20	8' 30"		12	
— 19¾'	20	8' 45"		11½	Flasche gewechselt, 6^h 21½'
— 23'	36	—	—	—	Druck auf 36 erhöht. Es
— 25¾'	36	—	—	14	waren in 6 Minuten 4 Cc.
— 28½'	36	2' 45"		15	abgeflossen.
— 30'	36	1' 30"		16	
— 31½	36	1' 30"	8' 30"	17	
— 33'	36	1' 30"		18	
— 34¼'	36	1' 15"		18½	
— 35¼'	36	1'		19	
— 36½'	36	1' 15"		19	
— 37¾'	36	1' 15"	5' 45"	20	Zunge beginnt stark hervor-
— 39'	36	1' 15"		22	zutreten.
— 40'	36	1'		23	6^h 47' Flasche gewechselt.
— 41¼'	36	1' 15"		25	
— 42½'	36	1' 15"		25	
— 43½'	36	1'	5' 45"	26	
— 44½'	36	1'		31	
— 45¾'	36	1' 15"		31	
— 47'	36	1' 15"		31	
— 48¼'	36	1' 15"		32	
— 49½'	36	1' 15"	6' 15"	33	
— 50¾'	36	1' 15"		34	
— 52'	36	1' 15"		35	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
6^h 53'	36	1'		36	
— 54¼'	36	1' 15"		37	
— 55¾'	36	1' 30"	6' 45"	37	
— 57'	36	1' 15"		38	
— 58¾'	36	1' 45"		38½	
7^h ½'	36	1' 45"		38½	
— 2¼'	36	1' 45"		42	
— 3¾'	36	1' 30"	7' 45"	44	
— 5'	36	1' 15"		44	Zunge!
— 6½'	36	1' 30"		42½	
— 7¾'	36	1' 15"		45	
— 9½'	36	1' 45"		43	
— 10¾'	36	1' 15"	7'	43½	
— 12½'	36	1' 45"		45	
— 13½'	36	1'		44	
— 15'	36	1' 30"		45	
— 16½'	36	1' 30"		45	Flasche gewechselt, 7^h 16'
— 18¾'	36	2' 15"	8' 30"	45	
— 20¼'	36	1' 30"		44	
— 22'	36	1' 45"		45	
— 23¼'	36	1' 15"		46	
— 25'	36	1' 45"		46	
— 26¾'	36	1' 45"	7' 45"	46	
— 28¼'	36	1' 45"		48	
— 29½'	36	1' 15"		48	
— 31¼	36	1' 45"	—	48	

Gewicht des Frosches nach dem Versuche 70·6, Gewichtszunahme 25·8.

Autopsie gleich der vorhergehenden. Harnblase leer.

XLI. Versuch am 12. Mai 1879.

Einer stark curarisirten Rana esculenta von 47·87 Grm. Körpergewicht wurde um 10^h 8½' Vormittags unter einem constanten Druck von 26 Mm. Hg frisches, colirtes Rinderblutserum

eingeleitet. Um 10h 11¼' beginnt aus den Vorhöfen blutig gefärbtes Serum abzutropfen.

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
10h 15'	26	—	4' 45"	—	Flasche gewechselt.
— 18¼'	26	—	3' 15"	—	
— 25'	26	—	6' 45"	—	
— 31'	26	—	6'	—	
— 38½'	26	—	7' 30"	—	
— 48'	26	—	9' 30"	—	
— 50'	26	2'		—	
— 51¾'	26	1' 45"		—	
— 53½'	26	1' 45"	9' 15"	—	
— 55¼'	26	1' 45"		—	
— 57¼'	26	2'		—	Flasche gewechselt.
— 59'	26	1' 45"		—	
11h ½'	26	1' 30"		1	
— 2¼'	26	1' 45"	9'	1½	Das Ödem erscheint sichtlich, und durch das Zunehmen desselben wird die Höhlung, welche die Thoraxwunde des Frosches bildet, immer mehr und mehr ausgeglichen, wodurch die darin angesammelte Flüssigkeit herausgepresst wird.
— 4¼'	26	2'		1½	
— 6¼'	26	2'		2	
— 7¾'	26	1' 30"		2	
— 9¾'	26	2'		2	
— 11½'	26	1' 45"	8' 45"	2¼	
— 13'	26	1' 30"		2½	
— 15'	26	2'		2¾	
— 16¾'	26	1' 45"		3	
— 18½'	26	1' 45"		3	Flascho gewechselt.
— 20¼'	26	1' 45"	9'	3	
— 22'	26	1' 45"		3	
— 24'	26	2'		3	
— 25¾'	26	1' 45"		3¼	
— 27¼'	26	1' 30"		3½	
— 29'	26	1' 45"	9'	3½	
— 31'	26	2'		3½	
— 33'	26	2'		3½	
— 35'	26	2'		3¾	
— 36¾'	26	1' 45"		3¾	
— 38½'	26	1' 45"	9'	3¾	
— 40¼'	26	1' 45"		3¾	
— 42'	26	1' 45"		4	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
11h 43 3/4'	26	1' 45"		4	
— 45 1/2'	26	1' 45"		4	
— 47 1/4'	26	1' 45"	8' 45"	4	
— 49'	26	1' 45"		4	
— 50 3/4'	26	1' 45"		4	
— 52 1/2'	26	1' 45"		4	
— 54 1/4'	26	1' 45"		4	
— 56'	26	1' 45"	8' 45"	4	
— 57 3/4'	26	1' 45"		4	
— 59 1/2'	26	1' 45"		4	
12h 1 1/4'	26	1' 45"		4	
— 3'	26	1' 45"		4	
— 4 3/4'	26	1' 45"	8' 30"	4	
— 6 1/4'	26	1' 30"		4	
— 8'	26	1' 45"		4	
— 10'	26	2'		4	
— 11 1/2'	26	1' 30"		4	
— 13 1/4'	26	1' 45"	9' 30"	4	
— 15 1/4'	26	2'		4	
— 17'	26	2' 15"		4	
— 19'	26	2'		4	
— 20 3/4'	26	1' 45"		4	
— 22 1/2'	26	1' 45"	9' 30"	4	
— 24 1/2'	26	2'		4	
— 26 1/2'	26	2'		4	
— 28 1/2'	26	2'		3 3/4	
— 30 1/2'	26	2'		3 1/2	
— 32 1/4'	26	1' 45'	12'	3 1/2	
— 34 1/4'	26	2'		3 1/2	
— 36 1/2'	26	2' 15"		3	
— 38 1/2'	26	2'		3	
— 40 1/2'	26	2'		3	
— 42 3/4'	26	2' 15"	10' 30"	3	
— 44 3/4'	26	2'		3	
— 47'	22	2' 15"		3	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. (in Minuten)	Ausflussmenge 10 Cc. (in Minuten)	Druck im Lymphraume	Anmerkung
12^h 49¼′	26	2′ 15″		3	
— 51½′	26	2′ 15″		3	
— 53¾′	26	2′ 15″	11′ 45″	3	
— 56′	26	2′ 15″		3	
— 58¾′	26	2′ 45″		3	
1^h 2½′	26	3′ 45″		3	
— 4¾′	26	2′ 15″		3	
— 7½′	26	2′ 45″	14′	3	
— 10′	26	2′ 30′.		3	
— 12¾′	26	2′ 45″		3	
— 15½′	26	2′ 45″		3	
— 18′	26	2′ 30″		3	
— 20¾′	26	2′ 45″	14′ 15″	3	
— 23¾′	26	3′		3	
— 27′	26	3′ 15″		3	
— 30′	26	3′		3	
— 33′	26	3′		3	
— 36′	26	3′	16′	3	
— 39½′	26	3′ 30″		3	
— 43′	26	3′ 30″		3	
— 46¼′	26	3′ 15″		3	
— 49½′	26	3′ 15″		3	
— 52¾′	26	3′ 15″	16′ 45″	3	
— 56¼′	26	3′ 30″		3	
— 59¾′	26	3′ 30″		3	
2^h 3′	26	3′ 15″		3	
— 6¼′	26	3′ 15″		3	
— 9¾′	26	3′ 30″	17′ 15″	3	
— 13¼′	26	3′ 30″		3	
— 17′	26	3′ 45″		3	
— 20¾′	26	3′ 45″		3	
— 24¾′	26	4′		3	
— 29′	26	4′ 15″	20′ 15″	3	
— 33¼′	26	4′ 15″		3½	
— 37¼′	26	4′		3½	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
2^h 41½′	26	4′ 15″		3½	
— 45½′	26	4′		4	
— 50′	26	4′ 30″	20′ 45″	4	
— 54′	26	4′		4	
— 58′	26	4′		4	
3^h 1½′	26	3′ 30″	—	4	
— 5¾′	26	4′ 15″	—	4	
— 8¾′	26	—	—	—	Um 3^h 15′ wurde der Druck
— 15′	35	—	—	—	auf 35 Mm. erhöht, und das
— 23′	35	—	8′	0·5	Lymphmanometer frisch
— 30½′	35	—	7′ 30″	1·0	eingebunden.
— 37½′	35	—	7′	1·5	
— 45½′	35	—	8′	2·0	
— 53¾′	35	—	8′ 15″	2·5	
4^h 1½′	35	—	7′ 45″	3·0	
— 9¼′	35	—	7′ 45″	4·0	
— 17½′	35	—	8′ 15″	4·5	4^h 20′ Flasche gewechselt.
— 26¼′	35	—	8′ 45″	5·0	
— 35′	35	—	8′ 45″	5·0	? Ablesung versäumt.
?	—	—	—	—	4^h 40′ Flasche gewechselt.
— 51¾′	35	—	16′ 45″	5·5	
5^h —	35	—	8′ 15″	6 0	
— 8¼′	35	—	8′ 15″	9·0	5^h 1′ dto.
— 16¾′	35	—	8′ 30″	12·0	
— 25½′	35	—	8′ 45″	14·5	5^h 25′ dto.
— 34¼′	35	—	8′ 45″	16·0	
— 43′	35	—	8′ 45″	17·5	
— 51½′	35	—	8′ 30″	18·0	Unterbrechung; um 6^h 11′
6^h 22½′	35	—	—	20·0	beginnt es wieder einzu-
— 35½′	35	—	13′	21·5	fliessen.
— 48½′	35	—	13′	23·0	
7^h 1′	35	—	12′ 30″	26 0	
— 15′	35	—	14′	29·0	
— 42¼′	35	—	17′ 15″	33·0	
— 43′	—	—	—	—	

Gewicht des Frosches nach dem Versuche 75·5 Grm.; Gewichtszunahme 27·63 Grm.

Autopsie wie die früherer Versuchsthiere.

XLII. Versuch vom 13. Mai 1879.

Einer Rana esculenta von 58·0 Grm. Körpergewicht, stark curarisirt, wurde colirtes Rinderblutserum unter einem constanten Druck von 42 Mm. Hg eingeleitet.

Der Versuch dauerte 5 Stunden 42 Minuten. Nach Beendigung wog das Thier 137·5 Grm., hatte also um 79·5 Grm. zugenommen. Die Section ergab überaus starkes Ödem aller Organe. Die transsudirte Flüssigkeit war stark eiweisshältig. Die Harnblase leer. Sonst den Befunden anderer Thiere gleich. Über den Verlauf des Versuches vergleiche die Tabelle.

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc. in Minuten	Ausflussmenge 10 Cc. in Minuten	Druck im Lymphraume	Anmerkung
12h 32′	42	—	—	5	Anfangsstand im Manometer des Lymphraumes.
— 33½′	42	—	1′ 30″	8	
— 34½′	42	—	1′	8	
— 35¾′	42	—	1′ 15″	8·5	
— 37′	42	—	1′ 15″	9	
— 38¼′	42	—	1′ 15″	9	
— 39½′	42	—	1′ 15″	9	
— 40¾′	42	—	1′ 15″	9·5	
— 42′	42	—	1′ 15″	10	
— 43½′	42	—	1′ 30″	10·5	
— 45′	42	—	1′ 30″	11	
— 46½′	42	—	1′ 30″	11·5	
— 48′	42	—	1′ 30″	12·5	
— 49½′	42	—	1′ 30″	14	
— 51′	42	—	1′ 30″	14	
— 52½′	42	—	1′ 30″	14·5	
— 54′	42	—	1′ 30″	15	
— 55½′	42	—	1′ 30″	15	
— 57′	42	—	1′ 30″	15¼	
— 58½′	42	—	1′ 30″	15¾	
1h —	42	—	1′ 30″	16	
— 1½′	42	—	1′ 30″	16	
— 3′	42	—	1′ 30″	17	Messgefäss gewechselt.
— 4½′	42	—	1′ 30″	17	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc.	Ausflussmenge 10 Cc.	Druck im Lymphraume	Anmerkung
		in Minuten			
1h 6′	42	—	1′ 30″	17½	
— 7½′	42	—	1′ 30″	18	Flasche gewechselt.
— 9′	42	—	1′ 30″	18	
— 10½′	42	—	1′ 30″	19	Canüle nachgerückt.
— 12′	42	—	1′ 30″	19	
— 13½′	42	—	1′ 30″	19½	
— 15′	42	—	1′ 30″	20	
— 16½′	42	—	1′ 30″	20	
— 18′	42	—	1′ 30″	20	
— 19½′	42	—	1′ 30″	20½	
— 21¼′	42	—	1′ 45″	21	
— 22¾′	42	—	1′ 30″	21¼	
— 24¼′	42	—	1′ 30″	22	
— 25¾′	42	—	1′ 30″	22¾	
— 27½′	42	—	1′ 45″	24	
— 29¼′	42	—	1′ 45″	24¼	Canüle nachgerückt.
— 30¾′	42	—	1′ 30″	25¼	
— 32½′	42	—	1′ 45″	27	
— 34½′	42	—	2′	28½	
— 36¼′	42	—	1′ 45″	30	
— 38′	42	—	1′ 45″	31¾	
— 39¾′	42	—	1′ 45″	33½	
— 41½′	42	—	1′ 45″	35¾	
— 43½′	42	—	2′	38	
— 45¾′	42	—	2′ 15″	40	Canüle nachgerückt.
— 48′	42	—	2′ 15″	42½	
— 50′	42	—	2′	45	
— 52′	42	—	2′	48	Messgefäss gewechselt.
— 54′	42	—	2′	50½	
— 56½′	42	—	2′ 30″	53½	
— 58½′	42	—	2′	55	
2h 1′	42	—	2′ 30″	56	Flasche gewechselt.
— 3½′	42	—	2′ 30″	54	
— 5¾′	42	—	2′ 15″	57	Canüle nachgerückt.
— 8¼′	42	—	2′ 30″	63	
— 10¾′	42	—	2′ 30″	64½	
— 13½′	42	—	2′ 45″	69½	
— 16½′	42	—	3′	74½	

Zeit	Druck	Ausflussmenge 2 Cc.	Ausflussmenge 10 Cc.	Druck im Lymphraume	Anmerkung
		in Minuten			
2^h 19¾′	42	—	3′ 15″	83	
— 23′	42	—	3′ 15″	95	Canüle nachgerückt
— 26¾′	42	—	3′ 15″	125	dto.
— 30¼′	42	—	4′	125	
— 34¼′	42	—	4′	115	
— 38½′	42	—	4′ 15″	114	
— 43½′	42	—	5′	135	Canüle gerückt
— 49′	42	—	5′ 30″	173	Flasche gewechselt
— 57′	42	—	8′	182	Canüle gerückt
— 58½′	42	1′ 45″		185	
3^h ½′	42	1′ 45″		187	
— 2¼′	42	1′ 45″	9′ 15″	193	
— 4¼′	42	2′		201	
— 6½′	42	2′		199	
— 8½′	42	2′		207	Messgefäss gewechselt
— 10¾′	42	2′ 15″		217	
— 13¼′	42	2′ 30″	13′ 15″	224	
— 16′	42	2′ 45″		230	
— 19¾′	42	3′ 45″		236	3^h 21′ Flasche gewechselt
— 23½′	42	3′ 15″		243	
— 27¾′	42	4′ 15″		248	
— 33½′	42	5′ 45″	26′ 30″	258	
— 39′	42	5′ 30″		261	
— 46¾′	42	7′ 45″		279	Canüle nachgerückt
— 52½′	42	5′ 45″		300	
— 57¾′	42	5′ 15″		312	4^h 3′ Flasche gewechselt
4^h 7¼′	42	9′ 30″	56′ 15″	293	
— 24½′	42	17′ 15″		280	Canüle nachgerückt
— 43′	42	18′ 30″		264	4^h 44′ Flasche gewechselt
— 57¼′	42	14′ 15″		240	
5^h 5′	42	7′ 45″		226	
— 11′	42	6′	40′ 45″	217	
— 17′	42	6′		215	
— 23¾′	42	6′ 45″		215	
— 32¼′	42	8′ 45″		212	
— 43¼′	42	9′		214	
— 50′	42	6′ 45″	38′ 45″	214	5^h 54′ Flasche gewechselt
— 55¼′	42	5′ 15″		214	Bis 6^h 12′ tropften noch
6^h 4¼′	42	9′		214	1·5 Cc. ab.

Die drei folgenden Versuche XLIV, XLV, XLVI, in welchen zwei Fröschen gleichzeitig von demselben Druckapparate aus, durch ein Gabelrohr Blutserum und Kochsalzlösung eingeleitet wurden, theilen wir der Vollständigkeit wegen mit, obgleich wir glauben, dass hier ausser den im IV. Theile unserer Abhandlung zu besprechenden Bedingungen für das Durchströmen der Flüssigkeit noch andere massgebend waren, auf welche letzteren wir erst in der II. Mittheilung näher einzugehen beabsichtigten.

Immerhin traten auch bei diesen Versuchen Erscheinungen zu Tage, welche in Einklang stehen mit den Versuchsresultaten der vorher mitgetheilten Versuche.

So war z. B. auch hier die Abnahme der Stromgeschwindigkeit eine stetige und zeigte sich diese, wenn auch nicht als allmälig abnehmende, auch an jenen Fröschen, welche ohne Vergiftung zu den Versuchen verwendet wurden.

XLIV. Versuch vom 6. August 1879.

Zwei Fröschen von annähernd gleichem Körpergewichte wurde mit demselben Apparate Blutserum unter einem Drucke von 27 Mm. Hg eingeleitet. Einer der beiden Frösche war curarisirt (55·5 Grm.), der andere wurde unvergiftet verwendet (57·0 Grm).

Zeit	Minuten	Abgeflossene Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	Unvergifteter	Curare	Unvergifteter	
10h 38′	—	—	—[1]	—	—	[1] Beginn der Einleitung in den unvergifteten,
10h 45′	—	—[2]	—	—	—	[2] Beginn der Einleitung in den Curarefrosch.
10h 55′	17 10	26	59	2·6	3·5	
11h 05′	—	37	25	3·7	2·5	
11h 15′	10	52	22	5·2	2·2	
11h 25′	10	41	19	4·1	1·9	
11h 35′	10	47	19	4·7	1·9	

Zeit	Minuten	Abgeflossene Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	unvergifteter	Curare	unvergifteter	
11ʰ 45′	10	51·5	21·5	5·15	2·15	[1] Bis zu dieser Zeit hatte der unvergiftete Frosch fast regelmässig wiederkehrende Zuckungen mit der Musculatur des Stammes und der Extremitäten gemacht, von da an hörten die Zuckungen auf. Es konnten die Fesseln gelöst werden. Das Thier lag ruhig da, nur das Herz pulsirte noch sehr gut.
11ʰ 55′[1]	10	53	24	5·3	2·4	
12ʰ 05′	10	50	48	5·0	4·8	
12ʰ 15′	10	56	53	5·6	5·3	
12ʰ 25′	10	57	52	5·7	5·2	
12ʰ 35′	10	53·5	50	5·35	5·0	
12ʰ 45′	10	49	48	4·9	4·8	
12ʰ 55′	10	47	42·5	4·7	4·25	
1ʰ 5′	10	40	32	4·0	3·2[2]	[2] Die Druckgefässe wurden gewechselt um 11ʰ 10′, 11ʰ 42′, 12ʰ 8′, 12ʰ 37′, 1ʰ 7′.
1ʰ 15′	10	35	23	3·5	2·3	
1ʰ 25′	10	32	16	3·2	1·6	
1ʰ 35′	10	26	13	2·6	1·3[3]	[3] Die Zungen beider Thiere traten während des Versuches allmälig aus der Mundspalte hervor.
1ʰ 45′	10	28	17	2·8	1·7	

Nach Vollendung des Versuches wog der curarisirte Frosch 135 Grm., der unvergiftete 113·2 Grm., es betrug also die Gewichtszunahme für den vergifteten 79·5 Grm., für den unvergifteten 56·2 Grm.

Die Autopsie ergab wie gewöhnlich beim Curarefrosch ein sehr starkes Ödem aller Organe. Besonders die Lungen waren fast völlig mit klarer Flüssigkeit prall gefüllt und nur wenige Luftbläschen in ihnen enthalten. Harnblase mässig voll. Alle Lymphsäcke durch Flüssigkeit stark ausgedehnt, Magen und Darmwandungen durch Flüssigkeitsinfiltration stark verdickt. Nieren nicht vergrössert.

Beim unvergifteten Frosche war das Ödem der Lungen mässiger, die Nieren bluthältig, ein wenig geschwellt, Harnblase mässig gefüllt; sonst der Befund ebenso wie beim vergifteten Frosche.

XLV. Versuch vom 10. August 1879.

Es wurden gleichzeitig zwei Rana esculenta von demselben Druckapparate aus mit 0·7%iger ClNa-Lösung durchleitet, bei einem constanten Druck von 28 Mm. Hg. — Der eine der beiden Frösche war curarisirt und wog vor dem Versuche 67 Grm., der andere war nicht vergiftet und wog 70 Grm.

Zeit	Minuten	Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	unvergiftet	Curare	unvergiftet	
8h 38′	—	—	—[1]	—	—	[1] Beginn des Versuches für den unvergifteten Frosch.
8h 45′	—	—[2]	—	—	—	[2] Beginn f. d. Curarefrosch.
8h 50′	5 u. 12	63	118	12·6	9·8	[3] Bis 9h 4′ bewegt sich der frische Frosch sehr ausgiebig, soweit es die Fesselung zulässt. Das Herz pulsirt lebhaft, während beim Curarefrosch nur mehr die Atrien in rhythmischer Bewegung sind.
8h 55′[3]	5	73	60	14·6	12	
9h	5	80	60	16·0	12	
9h 5′	5	91	64	18·2	12·8	
9h 10′	5	85	27	17·0	5·4	
9h 15′[4]	5	96	15	19·2	3·0	[4] Ödem am frischen Frosche sehr deutlich, es beginnt die Zunge aus der Mundhöhle hervorzutreten.
9h 20′	5	102	19	20·4	3·8	
9h 25′[5]	5	101	18	20·2	3·6	[5] Es bewegt sich der unvergiftete Frosch nicht mehr. Die Arm- und Fussschlingen werden entfernt.
9h 30′	5	108	44	20·8	8·8	
9h 35′	5	116	42	23·2	8·4	
9h 40′	5	113	22	22·5	4·4	
9h 45′[6]	5	114	13	22·8	2·6	[6] Reservoir d. Mariotteschen Flasche mit 0·7% ClNa-Lösung gefüllt.
9h 50′	5	119	12	23·8	2·4	
9h 55′[7]	5	120	12	24·0	2·4	[7] An den unteren Extremitäten des Curarefrosches deutliches fibrilläres Zucken der Musculatur.
10h	5	120	13	24·0	2·6	
10h 5′[8]	5	120	15	24·0	3·0	[8] Beide Herzen pulsiren nicht mehr. Das Ödem des curarisirten Frosches nimmt bedeutend zu.
10h 10′	5	121	18	24·2	3·6	
10h 15′	5	121	17	24·2	3·4	
10h 20′	5	119	17·5	23·8	3·5	
10h 25′	5	119	18	23·8	3·6	
10h 30′	5	120	17·5	24·0	3·5	
10h 35′	5	119	17	23·8	3·4	
10h 40′	5	119	17	23·8	3·4	
10h 45′	5	117	17	23·4	3·4	

Zeit	Minuten	Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	unvergiftet	Curare	unvergiftet	
10h 50'[1]	5	117	17·5	23·4	3·5	[1] Reservoir so wie bei [6] gefüllt.
10h 55'	5	118	17·5	23·6	3·5	
11h	5	117	17·5	23·4	3·5	[2] Den Zufluss zum unvergifteten Frosche abgesperrt.
11h 5'	5	113·5	17·5	22·7	3·5	
11h 10'	5	113	17	22·6	3·4	(Versuchsende; — es tropft noch fortwährend ab.)
11h 15'	5	113	17	22·6	3·4	
11h 20'	5	113	19	22·6	3·8	Die Druckgefässe wurden gewechselt um 8h 54', 9h 9', 9h 24', 9h 39' 9h 54½', 10h 5½', 10h 26½', 10h 43', 11h, 11h 17½', 11h 35¼', 11h 51'.
11h 25'[2]	5	113	19	22·6	3·8	
11h 30'	5	111	11	22·2	2·2	
11h 35'	5	111	6	22·2	1·2	
11h 40'	5	110·5	5	22·1	1·0	
11h 45'	5	109	3	21·8	0·6	
11h 50'	5	109	—	21·8	—	
11h 55'	5	108	—	21·6	—	
12h —	5	107	—	—	—	

Nach dem Versuche wogen:

Der Curarefrosch 150·0 Grm., Zunahme also 83·0 Grm.

Der unvergiftete Frosch 162·5 Grm., Zunahme also 92·5 Grm.

Die Autopsie ergab bei beiden eine hochgradige Ansammlung von Flüssigkeit in allen Theilen des Körpers, beim unvergifteten Frosche war die Harnblase prall mit Flüssigkeit erfüllt und so ausgedehnt, dass sie mehr als den halben Raum der gesammten Bauchhöhle des Thieres einnahm.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass eine so leicht diffusible Substanz wie 0·7%ige ClNa-Lösung, leichter das Gefässsystem eines curarisirten als das eines unvergifteten Frosches durchströmt. Es müssen sich im unvergifteten Gefässsysteme dem Durchtritte der Flüssigkeit Widerstände entgegenstellen, welche bei der physikalischen Natur der Durchleitungsflüssigkeit das Entstehen des Ödems in irgend einer Weise begünstigen, vielleicht so

dass bei ganz oder theilweise erhaltener Contractilität der kleinen Arterien, durch Verengerung dieser, der Druck in dem ganzen Gebiete vor der Verengerung bedeutend erhöht wird, und so höchst wahrscheinlich Anlass gegeben ist zu einer massenhaften Transsudation der ClNa-Lösung durch die Wandungen der Arterien selbst hindurch.

Warum im späteren Verlaufe des Versuches, wo die Contractilität der Arterienmuskeln schon bedeutend herabgesetzt sein muss, es zu keiner Restitution der früheren Verhältnisse kommen kann, das werden wir im IV. Theile dieser Abhandlung ausführlich zu erörtern haben.

XLVI. Versuch am 11. August 1879.

Es wurden zwei Fröschen, einem mit Curare vergifteten und einem unvergifteten Frosche während der ersten drei Stunden des Versuches unter einem Druck von 27 Mm. Hg colirtes Rinderblutserum eingeleitet. Während der letzten $1^1/_2$ Stunden war der Druck auf 44 Mm. Hg erhöht.

Zeit	Minuten	Abgeflossene Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	unvergifteter	Curare	unvergifteter	
9h 9′	—	—[1]	—	—	—	[1] Beginn für den Curarefrosch.
9h 14¾′	—	—	—[2]	—	—	
9h 20′	—	34	6	3·1	1·1	[2] Beginn für den unvergifteten Frosch.
9h 26′	6	8·5	5	1·4	0·8	
9h 35′	9	11	3·5	1·2	0·4	[3] Die Canüle des Curarefrosches wurde etwas bewegt.
9h 40′	5	5·5	3·0	1·1	0·6	
9h 45′	5	5·5	3·5	1·1	0·7	
9h 50′	5	5·5	3·0	1·1	0·6	
9h 55′	5	8[3]	5·5	1·6	1·1	
10h —	5	8·5	6·5	1·7	1·3	Das Ödem des Curarefrosches ist sichtlich im Wachsen begriffen.
10h 5′	5	9	6	1·8	1·2	
10h 10′	5	9·5	7	1·9	1·4	

Zeit	Minuten	Abgeflossene Menge in Cc.		Minutengeschwindigkeit		Anmerkung
		Curare	unvergifteter	Curare	unvergifteter	
10^{h} 15′	5	10	6·75	2·0	1·35	Der unvergiftete Frosch
10^{h} 20′	5	10	6·5	2·0	1·3	zeigt keine Spur von Be-
10^{h} 25′	5	10	7	2·0	1·4	wegungen mehr, wesshalb
10^{h} 30′	5	9	6·5	1·8	1·3	um 10^{h} 15′ die Arm- und Fuss-
10^{h} 35′	5	8·5	6·5	1·7	1·3	schlingen entfernt werden.
10^{h} 40′	5	8·0	6·0	1·6	1·2	
10^{h} 45′	5	7·5	6	1·5	1·2	
10^{h} 50′	5	7·75	6	1·55	1·2	
10^{h} 55′	5	8	6·5	1·6	1·3	
11^{h} —	5	7·25	6	1·45	1·2	
11^{h} 5′	5	7	6	1·4	1·2	
11^{h} 11′	6	9	7·5	1·5	1·4	
11^{h} 15′	4	6	4·5	1·5	1·1	
11^{h} 25′	10	15	11·5	1·5	1·15	
11^{h} 30′	5	7	6	1·4	1·2	
11^{h} 40′	10	17[1]	12	1·7	1·2	[1] Hier so wie oben und
11^{h} 45′	5	8	4	1·6	0·8	später Ablesung für 5 Min.
11^{h} 50′	5	8	5	1·6	1·0	versäumt.
11^{h} 55′	5	8	5	1·6	1·0	
12^{h} —	5	7·5	4·5	1·5	0·9	
12^{h} 5′	5	7·5	4·5	1·5	0·9	**Druckänderung.**
12^{h} 9′	4	10·5	6·5	2·6	1·6	Der Druck wurde zwischen
12^{h} 15′	6	39	13	6·5	2·1	12^{h} 5′ und 12^{h} 9′ auf 44 Mm.
12^{h} 25′	10	69	36·5	6·9	3·65	Hg erhöht.
12^{h} 35′	10	64	39	6·4	3·9	Die Druckgefässe wurden
12^{h} 40′	5	27	17	5·4	3·4	gewechselt um 9^{h} $14^{3}/_{4}$′, 9^{h}
12^{h} 45′	5	25·5	16·5	5·1	3·3	43, 10^{h} 10′, 10^{h} 45′, 11^{h} 16′,
12^{h} 50′	5	23	15	4·6	3·0	11^{h} 50′, 12^{h} 27′, 12^{h} 42′, 1^{h} 5′.
12^{h} 55′	5	20	14	4·0	2·8	
1^{h} —	5	18	13	3·6	2·6	
1^{h} 5′	5	16·5	11·5	3·3	2·3	
1^{h} 10′	5	18	10	3·6	2·0	
1^{h} 15′	5	16·5	9	3·3	1·8	
1^{h} 20′	5	15	9	3·0	1·8	
1^{h} 25′	5	15	9	3·0	1·8	

Das Gewicht des Curarefrosches vor dem Versuche war 48·5 Grm.

Das Gewicht des unvergifteten Frosches vor dem Versuche war 39·0 Grm.

Die Gewichte der beiden Thiere nach dem Versuche waren für den:

Curarefrosch 109·0. — Zunahme 60·5,

nicht vergifteten Frosch 89·0. — Zunahme 50·0.

Die Autopsie ergab für beide sehr starkes Ödem aller Organe. Beim unvergifteten Frosch war die Harnblase mässig gefüllt, während die des Curarefrosches zusammengefallen war. Lungenödem beim unvergifteten bedeutender, als beim Curarefrosch.

Auch bei diesem Versuche zeigte sich, dass das Gefässsystem eines vergifteten Thieres auch für eine schwer diffusible Flüssigkeit leichter durchgängig ist, als das eines unvergifteten Thieres.

L. Versuch vom 12. März 1880.

Einem grossen Frosche von 158 Grm. Körpergewicht wurde von der Aorta aus colirtes Blutserum eingeleitet; das Thier war unvergiftet; da bei einem Drucke von 20 Mm. gar kein Abfluss stattfand, so wurde nach und nach der Druck auf 46 Mm. Hg erhöht und dann mit der Messung begonnen. Der durch den abnorm hohen Druck von 46 Mm. Hg bedingte Füllungszustand der beiden Aortenäste entsprach dem Anscheine nach demjenigen der vor dem Aufschlitzen des Ventrikels geherrscht hatte, und war kein übermässiger. [1]

Zeit	Abgeflossene Menge in		Anmerkung
	10 Minuten	1 Minute	
12h 33′	—	—	Macht heftige Muskelbewegung.
12h 37′	—	6	
12h 38′	—	6	
12h 43′	61	6·1	Zuckt stark.

[1] Die Ursache davon liegt wahrscheinlich in der Aenderung des Druckgefälles im Gebiete der Injectionscanüle.

Zeit	Abgeflossene Menge in		Anmerkung
	10 Minuten	1 Minute	
12h 44½′	—	6	
12h 49′	—	5·6	
12h 53′	54	5·4	Zuckt.
12h 59′	—	3·7	Zuckt mässig.
1h 3′	34	3·4	Schlingbewegungen.
1h 8′	—	3	Schwache Zuckungen.
1h 13′	28	2·8	dto.
1h 20′	—	2·9	Zuckt.
1h 23′	29	2·9	
1h 29′	—	3	dto.
1h 33′	31	3·1	dto.
1h 38′	—	3·2	dto.
1h 43′	31	3·1	
1h 48′	—	2·6	
1h 53′	25	2·5	Schwaches Ödem.
2h —	—	2·57	Macht noch schwache Bewegungen.
2h 3′	26	2·6	
2h 13′	25	2·5	
2h 23′	25	2·5	
2h 33′	25	2·5	
2h 43′	26	2·6	

Das Gewicht des Frosches nach dem Versuche war 201·0 Grm. Die Zunahme also 43 Grm.

Der Sectionsbefund ergab stark geschwellte Milz, Lungenödem stark, Harnblase mässig gefüllt, Magen und Darm leer. An den Wandungen des Magens und Darmes sind einzelne Ecchimosen sichtbar.

2. Versuchsresultate.

Bevor wir zur Aufzählung der aus diesen Versuchen sich ergebenden Resultate übergehen, sei noch erwähnt, dass frische Frösche sich desshalb nicht gut zu unseren Versuchen eigneten, weil sie auf ein Brettchen gefesselt werden mussten und dadurch

schon Unzukömmlichkeiten in Bezug auf den Verlauf des Versuches geboten waren. Ausserdem hatten wir die Erfahrung gemacht, dass im Verlaufe einiger Versuche mit unvergifteten Thieren sehr bald deren Fesseln abgenommen werden konnten, da die Frösche keinerlei willkürliche Bewegung mehr zeigten, und so bald nach Beginn der Durchleitung ein Zustand eintrat der, was die willkürlichen Muskeln betrifft, jedenfalls dem von uns absichtlich durch schwache Curarisirung herbeigeführten ähnlich sein musste. Darin liegt die Ursache, dass wir mit Ausnahme der Versuche XLIV, XLV und XLVI, wo zwei Thiere gleichzeitig verwendet wurden, nur einen einzelnen mit einem unvergifteten Frosch angestellten Versuch mitgetheilt haben. Wir verwendeten aber statt unvergifteter, in Folge der gemachten Erfahrungen, meist an deren Stellen schwach curarisirte Frösche. Um aber ein Missverständniss zu vermeiden, fügen wir die Bemerkung bei, dass, obgleich die Versuche an unvergifteten oder schwach curarisirten Fröschen einzelne Abweichungen in ihrem Verlaufe gegenüber anderen Versuchen zeigten, wir durchaus nicht der Meinung sind, dass uns Durchleitungsversuche an Fröschen mit unverändertem normalen Gefässsysteme oder mit möglichster Erhaltung der Lebenseigenschaften der Thiere überhaupt gelungen seien. Es handelt sich bei allen unseren in den Tabellen angeführten Versuchen auch bei jenen, in welchen den Thieren unverdünntes Blut einer fremden Thierspecies durch die Gefässe geleitet wurde, unserer Anschauung nach immer nur um ein Mehr oder Weniger des Verlustes der normalen vitalen Eigenschaften des Gefässsystemes. Dabei finden wir die Annahme gerechtfertigt, dass nach vorausgehender Durchleitung mit Goldchloridlösung von $0 \cdot 1\%$ es uns gelungen sei, diese vitalen Eigenschaften wenigstens in Bezug auf die directe und indirecte Erregbarkeit der Gefässmuskeln der kleinen Arterien völlig vernichtet, wo nicht noch tiefer gehende Veränderung an der Gefässwand erzielt zu haben.

Um eine allgemeine Übersicht über die einzelnen bei unseren Versuchen aufgetretenen Erscheinungen leichter zu ermöglichen, haben wir eine Tafel (I) beigegeben, in welcher die in gleichen Zeiten abgeflossenen Flüssigkeitsmengen als Curven dargestellt sind. Das Ausführlichere über die Anlage der Tafel gibt die Tafelerklärung.

Eine Thatsache, welche wir an allen unseren Versuchen ohne Ausnahme constatiren konnten, war die, dass

1. **die Menge der aus den Vorhöfen abfliessenden Flüssigkeit zu Ende des Versuches stets bedeutend geringer war als zu Anfang desselben.**

Es fand also eine fortwährende Abnahme der Geschwindigkeit der im Gefässsysteme, wenigstens in Capillaren und Venen strömenden Flüssigkeit statt.

Die Abnahme dieser Geschwindigkeit, welche, wie erwähnt, durch Messen der aus den Vorhöfen abfliessenden Flüssigkeitsmengen oder durch den Tropfenzählapparat bestimmt wurde, erfolgte zu Beginn des Versuches langsam, oft unmerklich, und steigerte sich im Verlaufe des Versuches, nachdem sie einmal merklich gross geworden, sehr rasch, so dass bei lange Zeit hindurch fortgesetzten Versuchen, häufig zu Ende derselben, keine Flüssigkeit mehr aus den Vorhöfen abfloss. Dabei war wenigstens bei allen jenen Versuchen, welche an stark curarisirten Thieren angestellt wurden, und bei denen während der ganzen Versuchsdauer stets derselbe constante Druck herrschte, dieser Übergang von der anfänglich grösseren zur späteren geringeren Ausflussgeschwindigkeit ein ganz allmäliger und durch keine Unregelmässigkeiten unterbrochener.[1]

Der Verlauf dieser Abnahme an Geschwindigkeit war bei regelmässiger Thätigkeit unseres Druckapparates, hauptsächlich bei genauer Einstellung des Regulators, immer ein stetiger.

Zur Erläuterung dieser Beobachtung dienen die Versuche VIII, XXXIII (mit Kochsalzlösung), XI, XVI (mit Milch), XV, XIX (mit Gummilösung), XXXVIII (mit unverdünntem Schweineblut), XXII, XXXVII (verdünntem Blut), XXXIX, XL, XLII (Serum), XXIV (erst Goldchlorid, dann Blut). (Siehe Tafel).

2. **Die Menge der aus den Vorhöfen in gleichen Zeiten abfliessenden Flüssigkeit zeigte sich im Wesentlichen von drei Umständen abhängig:**

---

[1] Darunter sind hauptsächlich Rückgänge zu einer grösseren Ausflussgeschwindigkeit zu verstehen, wie sie bei unvergifteten Thieren zu beobachten waren.

a) bei gleicher Injectionsflüssigkeit war in verschiedenen Versuchen die Menge der abgeflossenen Flüssigkeit grösser bei höherem, kleiner bei geringerem Injectionsdrucke (Versuche VIII und XXIII; XLI und XXXIX; XXII und XXXVII).

Auch an ein und demselben Versuche konnte man diese directe Abhängigkeit constatiren, wofür die Versuche XV, XVI, XL und XLI Belege sind. In diesen Versuchen zeigte sich eine entsprechende Vermehrung der Ausflussmenge bei Steigerung des Druckes. Diese Steigerung der Ausflussmenge war aber nicht so hochgradig, dass dadurch eine ebensolche Ausflussgeschwindigkeit erzielt worden wäre, welche bei jenen Versuchen zu Anfang des Versuches herrschte, bei denen von vorneherein der höhere Druck angewendet worden war. Zum Vergleiche dienen der Beginn des Versuches XXXIX und der Versuch XL von $6^h\,23'$ an. Je später im Verlaufe ein und desselben Versuches eine solche Druckerhöhung stattfand, um so weniger Einfluss auf die eben erwähnten Verhältnisse zeigte sie. Als Beispiel diene Versuch XLI verglichen mit XL, ebenso der Versuch XXXVIII, bei welchem, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, eine Druckerhöhung von 30 auf 36 Mm. zu Ende des Versuches ohne Einfluss auf die Menge des abfliessenden Blutes blieb.

b) bei gleichem Drucke in verschiedenen Versuchen zeigte sich die Menge der in gleichen Zeiten abfliessenden Flüssigkeit abhängig, von der Natur der zur Durchleitung benützten Flüssigkeit. Dabei ist von dem Verhalten der Gefässwand abgesehen. — Wie aus den Versuchen XXXIII und XXXVII, bei welchen beiden ein Druck von 40 Mm. herrschte, ersichtlich ist (siehe Tafel) und wie auch aus den Versuchen VIII, XI, XV, XVI, XXII, XXIV, XXXVIII und XXXIX, in deren jedem wenigstens einige Zeit hindurch der Druck von 30 Mm. geherrscht hatte, hervorgeht, zeigte sich dass unter sonst möglichst gleichartigen Verhältnissen die absolute Menge der in einer bestimmten Zeit abgeflossenen Kochsalzlösung grösser war, als eine in gleicher Zeit abgeflossene Menge von

verdünntem oder unverdünntem Blute, von Serum, Gummilösung oder Milch.

Wie aus Taf. I, Fig. 1, hervorgeht, waren in den ersten 60 Minuten von einer Kochsalzlösung von 0·7% circa 2300 Cc., von verdünntem Blute (1 Volumen Blut auf 3 Volumina ClNa-Lösung von 0·7%) nur 1450 Cc. unter einem Drucke von 40 Mm. Hg abgeflossen.

Unter einem Drucke von 30 Mm. Hg waren aber in ebenso langer Zeit von 60 Minuten abgeflossen von:

Kochsalzlösung (0·7%) . . .	Versuch Nr.	VIII	circa	675 Cc.
Blut (verdünnt 1 : 3)	„ „	XXII	„	457 „
Serum (unverdünnt)	„ „	XLIII	„	160 „
Blut (unverdünnt)	„ „	XXIV	„	156 „
Gummilösung (30 Grm. : 1000)	„ „	XV	„	140 „
Milch	„ „	XI	„	100 „
Milch	„ „	XVI	„	60 „

c) Die Versuche, welche wir in der früher erwähnten Art mit Durchleitung des Goldchlorid angestellt haben, zeigten uns, dass ein wesentlicher principieller Unterschied im Verlaufe des Versuches nicht eintrat, ob nun dem stark curarisirten Frosche vor der Einleitung von verdünntem oder unverdünntem Blute das Gefässsystem mit Goldchlorid ausgespritzt worden war oder nicht, wenn nur die Goldchloridlösung nicht zu stark gewählt war.

Die unwesentlichen Unterschiede, gegen die Resultate anderer Versuche, waren die, dass z. B. bei unverdünntem Blute im Versuche XXIII (Goldchlorid) nur 80 Cc. in 60 Minuten, während im Versuche XXIV in derselben Zeit 160 Cc. abgeflossen waren. Ebenso war in einem anderen Versuche mit Goldausspritzung (XXV, Blut 1 : 3 verdünnt) in 60 Minuten 375 Cc. abgeflossen, während, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, in dem Parallelversuche XXII in eben dieser Zeit diese Flüssigkeitsmenge 457 CC. betrug.

Im Allgemeinen strömte also zu Beginn des Versuches be- Goldchloridausspritzung weniger aus den Vorhöfen ab, als ohne Goldchloridausspritzung, dagegen zeigte sich, dass im späteren Verlaufe des Versuches die Abnahme der Ausflussgeschwindigkeit nicht so rasch bei Goldchloridversuchen erfolgte, als bei anderen (siehe Tafel), aber doch führten auch diese schliesslich zu demselben Resultate wie alle anderen. Wir glauben daher, in dieser Methode die Mittel gefunden zu haben, um zu erforschen, ob die

Curarisirung wirklich im Stande sei, die vitalen Eigenschaften der Gefässe so zu alteriren, wie wir dies für unsere Versuche voraussetzen mussten. Es wäre nun von höchster Wichtigkeit gewesen, dieselben Versuche an Fröschen zu wiederholen, deren Gefässsystem ganz oder nahezu intact erhalten war. Solche Versuche haben wir unternommen, und in den Versuchen XLIV, XLV und XLVI einige mitgetheilt. Das Endresultat dieser Untersuchungen was aber dieses, dass es — beim Frosche wenigstens — nicht gelingt, das Gefässsystem intact zu erhalten, auch wenn man Blut oder Blutserum benützt, welches der grossen Verbrauchsmengen wegen stets von grösseren Thieren genommen werden muss.[1] Die Thiere waren, wie erwähnt, bei allen solchen Versuchen in verhältnissmässig kurzer Zeit, nach dem Beginne des Versuches leblos. Wie übrigens aus den angeführten Versuchen hervorgeht, zeigte sich der, wenigstens zum Beginne des Versuches noch vorhandene Tonus der Gefässwände, von Einfluss auf die Ausflussgeschwindigkeit, welche, wie besonders aus der Curve des Versuches XLV auf Taf. I, Fig. 1, ersichtlich ist, grösseren oder geringeren Schwankungen unterliegt.

In dieser Hinsicht ist es also immerhin gerechtfertigt, wenn wir als wesentliches Moment für das Verhalten der Ausflussmengen auch den Zustand der Gefässwand verantwortlich machen. Übrigens werden wir in der zweiten Mittheilung auf diesen Punkt näher einzugehen haben.

3. Was das Auftreten des Ödems betrifft, so war dasselbe sowohl augenscheinlich als auch durch die von uns angewendeten Mittel, der Wägung des Thieres vor und nach dem Versuche und der Druckmessung in dem Lymphraume in allen unseren Versuchen zu constatiren. Am auffälligsten und massenhaftesten war dasselbe stets bei Anwendung von hohem Drucke und bei leicht diffundirender Injectionsflüssigkeit.

Ein Hauptmoment für die Grösse des Ödems liegt natürlicherweise in der, durch die Versuchsanordnung bedingten, grossen Menge von Durchleitungsflüssigkeit, welche das Gefässsystem durchfloss.

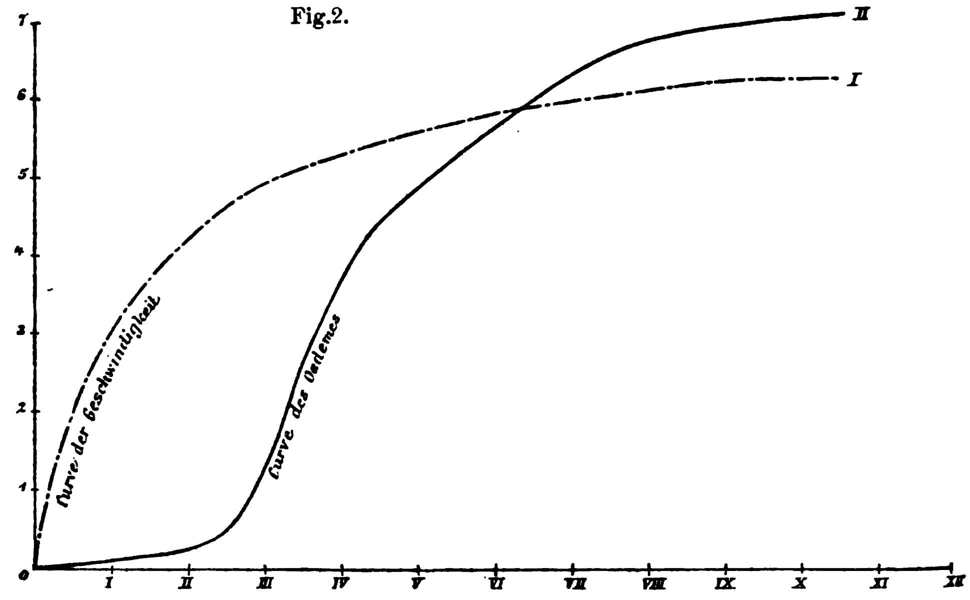
---

[1] In Bezug auf Methodik sind die Durchleitungsversuche, welche Severini angestellt hat, interessant. Luigi Severini „La contrattilità dei Capillari in relazione ai due gas dello scambio materiale“ Perugia 1881.

Ein Umstand, der es verbietet, die Resultate unserer Versuche direct mit dem Entstehen des Ödems bei Entzündungen zu vergleichen.

Was uns aber von Bedeutung scheint, ist der auf Taf. I, Fig. 2 ersichtliche Umstand, dass das Ödem anfänglich nur ganz allmälig entsteht und erst von jenem Zeitpunkte an rasch zu wachsen beginnt, wann die Ausflussmengen aus den angeschnittenen Vorhöfen sichtlich geringer werden. Am leichtesten lässt sich wohl die Art der Bildung des Ödems in unserem Versuche durch eine Curve charakterisiren, welche in Fig. 2 dargestellt ist.

Fig.2.



Schematische Darstellung des Verlaufes eines Versuches.

Die Achse 0—XII bedeutet die in gleiche Zeittheilchen eingetheilte Abscissenachse, die Ordinatenachse 0—7 zeigt für Curve I in Decilitern, die abgeflossenen Flüssigkeitsmengen, für Curve II in Decimetern den Stand der Durchleitungsflüssigkeit im Lymphmanometer an. Zu Curve I bemerken wir, dass die Ordinate jedes Punktes derselben, die gesammte vom Beginne des Versuches angefangen, bis zu diesem Punkte abgeflossene Flüssigkeitsmenge angibt. Es hat also die Curvenfläche keine weitere Beziehung zur graphischen Darstellung. Daher bedeutet ein der Abscissenachse paralleler Verlauf der Curve I, dass nichts mehr aus den Vorhöfen abfliesst, denn es erleidet die bisher abgeflossene Flüssigkeitsmenge keine weitere Vermehrung. — In der Regel ist zur Zeit, wo die Curve I der Abscisse parallel ist, auch schon der Winkel, welcher Curve II mit ihr verschliesst, ein sehr kleiner oder selbst schon Null.

Aus dieser Tafel ist ersichtlich, wie vom Zeitmomente 3 an, die Curve II, das Ödem rasch ansteigt, während sich die Curve I mehr und mehr abflacht, bis sie schliesslich zu einander und gleichzeitig zur Abscissenaxe parallel werden.

Dabei ist zu bemerken, dass sich dieser letzte Theil in unseren Versuchen nicht immer mit völliger Klarheit ergab, wie aber in dem folgenden Theile dieser Mittheilung gezeigt wird, musste ein solcher Abschluss des Versuches erwartet werden und nur die Unmöglichkeit, alle Verhältnisse zu beherrschen, welche den Druck ändern konnten, der in dem in den Lymphsack eingebundenen Manometer herrschte, ist unserer Ansicht nach die Ursache davon, dass unsere Versuche nicht mit schematischer Genauigkeit abschlossen. In der That ist es ja ersichtlich, dass schliesslich, wenn keine Flüssigkeit mehr aus den Vorhöfen abtropft, also der Körper des Thieres selbst den Verschluss des Durchleitungsapparates bildet, der Druck im Lymphmanometer so gross werden könnte, als der im Druckapparate selbst herrschende ist. Würde also dieser Maximaldruck erreicht, so würde ein weiteres Steigen im Lymphmanometer nicht mehr stattfinden.

In der That ist es uns auch gelungen, an einzelnen Versuchen mit Kochsalzlösung bei völligem Versiegen des Abflusses aus den Vorhöfen einen so hohen Druck im Lymphmanometer zu erhalten, dass dieser nur um Weniges geringer war, als der durch das Quecksilbermanometer *M*, Fig. 1, angezeigte, war. Damit hatte der Versuch aber auch seinen Abschluss erreicht.

4. In Bezug auf die Art der Entstehung des Ödems und für den ganzen Verlauf des Versuches von grosser Bedeutung war uns die Verfolgung des Kreislaufes unter dem Mikroskope.

In erster Linie benützten wir die mikroskopische Beobachtung des Kreislaufes in der Schwimmhaut der curarisirten Frösche, als ein Mittel um uns von dem Gelingen der Einleitung der Injectionsflüssigkeit in alle Gefässe, welche beobachtet werden konnten, zu überzeugen. Es zeigte sich, dass bei Einleitung von Kochsalzlösung, Gummilösung, Milch und Serum das Blut aus den Gefässen beider Schwimmhäute vollständig verdrängt wurde.

Wir durften demnach und nach dem Sectionsbefunde, der stets nur an wenigen Stellen (Leber, Nieren und einzelne Stellen der Haut) das Vorhandensein einer schwach röthlich gefärbten

Flüssigkeit ergab, annehmen, dass in unseren Versuchen mit den oben erwähnten Flüssigkeiten das Froschblut bis auf Spuren aus dem Thiere ausgespült worden war, dass also der bei weitem grösste Theil des Gefässsystems von unserer Durchleitungsflüssigkeit durchflossen wurde.

Beobachtet man die Schwimmhaut des Frosches während der Durchleitung von Milch, so sieht man in den meisten Gefässen zu Beginn des Versuches eine ganz regelmässige Milchcirculation.[1]

Ist dabei die Geschwindigkeit keine allzu grosse, so kann man die einzelnen Milchkügelchen sich in den Gefässen fortwälzen sehen. Es hängt von dem grösseren oder geringeren Reichthume der Milch an Fett ab, ob schon gleich zu Beginn des Versuches die Kügelchen dichter oder weniger dicht aneinander gedrängt erscheinen. Für die mikroskopische Beobachtung ist es von entschiedenem Vortheile, wenn man den Fettgehalt der Milch durch Zusatz einer ganz verdünnten Sodalösung verringert. Mag aber der Gehalt der Milch an Milchkügelchen was immer für einer sein, immer sieht man, dass im Verlaufe des Versuches die Gefässe, bei erhaltener Circulation, immer dichter und dichter von Milchkügelchen erfüllt werden, bis dieselben endlich als graue Schnüre erscheinen, in denen von dem Contour der einzelnen Milchkügelchen nichts mehr zu sehen ist.

Damit, dass sich sowohl Arterien als auch Capillaren und Venen ganz dicht mit Milchkügelchen erfüllen, hat auch die Bewegung ihr Ende erreicht und es ist Stagnation eingetreten. In der Schwimmhaut pflegt dieser Moment schon zu einer Zeit in den meisten Gefässen derselben einzutreten, wo aus den Vorhöfen noch grosse Mengen von Flüssigkeit austreten.

Etwas ganz Ähnliches kann man bei Durchleitung von unverdünntem oder verdünntem Blute beobachten. Wendet man verdünntes Blut an, so sieht man anfänglich, wenn das Froschblut völlig verdrängt worden ist, in den Arterien einen ganz regelmässigen Axenstrom, welcher beiderseits durch eine mehr oder weniger breite farblose Zone vom Contour der Gefässwand getrennt ist.

---

[1] Rynek, l. c. p. 106.

Je nach dem Verdünnungsgrade führt der Axenstrom oft nur einzelne oder mehrere rothe Blutkörperchen, oder aber er bildet eine gelbliche Blutsäule.

In den Capillaren sieht man meist nur einzelne Blutkörperchen oder Gruppen solcher, das Gesichtsfeld passiren. In den Venen sieht man meist ebenso deutlich wie in den Arterien einen Axenstrom. Aber dieses Bild des Kreislaufes zu Beginn des Versuches dauert nur kurze Zeit und beginnt sich bald und allmälig zu ändern. So wie bei der künstlichen Circulation mit Milch, kommen auch hier immer mehr und mehr körperliche Elemente zum Vorscheine, so dass die anfangs nahezu farblosen oder gelblich gefärbten Verästelungen der Blutgefässe, ein gelb- und dann grauröthliches Ansehen erlangen. Endlich, wenn auch erst in einem vorgeschrittenen Stadium des Versuches, erscheinen die Blutgefässe alle roth, erfüllt von Körperchen, welche noch eine schwache fortschreitende oder oscillirende Bewegung zeigen, dann nehmen die Blutgefässe ein glänzend rothes Ansehen an und erscheinen als homogen rothgefärbte Bänder. Ist dieses glänzend rothe Ansehen an den Blutgefässen aufgetreten, so herrscht nicht nur in diesen so gefärbten, sondern auch in den Blutgefässen der nächsten Umgebung Stagnation. In diesen letzteren sind die Blutkörperchen-Contouren oft noch ganz deutlich erkennbar und die Gefässe haben dann noch nicht dieses glänzend rothe Ansehen.

Bevor es zum völligen Stillstand der Circulation kommt, sieht man ausser der oft nur ganz allmälig auftretenden Verlangsamung auch noch Unregelmässigkeiten, welche, wie erwähnt (Versuch XXXVII), darin bestehen, dass in ein und demselben Gefässe das Blut in zwei verschiedenen Richtungen strömt, oder dass die bekannte Erscheinung des va et vient auftritt oder aber, dass das Blut das eine Mal in der einen, ein anderes Mal in entgegengesetzter Richtung durch das Gefäss strömt.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Umstand, dass zu der Zeit, wo in den meisten oder in allen Capillaren der Schwimmhaut schon völliger Stillstand der Circulation eingetreten ist, in den zuführenden Arterien noch ein sehr rasches Strömen herrscht, welches bei Verfolgung des Arterienstammes gegen die Capillaren hin mehr und mehr an Schnelligkeit abnimmt.

Die Bewegung des Blutes in dem arteriellen Theile der Gefässbahn dauert dann noch lange fort, wenn in den Venen und Capillaren auch schon seit Langem der Kreislauf stille steht. Endlich aber kommt es auch in den Arterien der Schwimmhaut zum Stillstande des Kreislaufes.

Unter Berücksichtigung der von Schklarewsky angestellten Untersuchungen[1] unterliegt es keinem Zweifel, dass wir es hier mit jenen Merkmalen einer Exsudation zu thun haben, welche unter dem Mikroskope beobachtet werden können.

Es verlässt die Flüssigkeit die Gefässe und lagert die Körperchen im Inneren derselben ab; diese Anhäufung der Körperchen, welche in den Gefässen zu Stande kommt, ist bedeutend von der Stase die bei der Entzündung auftritt, verschieden, da wir es doch hier nicht mit einem normalen Kreislaufe zu thun haben, sondern die durchfliessende Flüssigkeit stets abgeführt und durch neue Flüssigkeit ersetzt wird, welche stets denselben Reichthum an Blutkörperchen hat, während bei einer Transsudation von Plasma in einem Thiere, dessen Blutgefässsystem geschlossen ist, und in welchem die normale Blutmenge circulirt, es nach und nach in Folge einer entzündlichen Transsudation zu einer relativen Vermehrung der Blutkörperchen kommen muss. Dieser Umstand würde aber die Fluidität des Blutes entschieden vermindern und dadurch das Entstehen einer Stagnation begünstigen. Trotz dieser Verschiedenheit sind aber doch die wesentlichen Ursachen beider Erscheinungen, wie später gezeigt wird, dieselben.

Die Deutung aller hier angeführten Beobachtungen und einer Reihe von Erscheinungen, die bei Entzündung, entzündlichem Ödem, Fieber und in den verschiedenartigsten Krankheiten auftreten und, welche letzteren gewöhnlich als Turgor febrilis, als Schwellung, Succulenz der Haut und auf ähnliche Art bezeichnet werden, suchen wir theilweise wenigstens in einem schematischen Versuche, welchen, wie schon Eingangs erwähnt wurde, zuerst Körner angestellt hat.

Körner[2] hat sich nämlich bemüht, die hydraulischen Gesetze zu erforschen, unter welchen Flüssigkeit durch Röhren

[1] Pflüger's Archiv, Bd. I, p. 603 u. p. 657.

[2] l. c. p. 3 u. f.

strömt, welche zum Theil aus permeablen Wandungen bestehen. Es zeigte sich, dass dabei die Verhältnisse für das Strömen der Flüssigkeit ganz andere sind, als in den bisher auf dem Gebiete der Hydraulik untersuchten Fällen, insbesondere dann, wenn die aus den permeablen Theilen des Strömungsrohres transsudirten Flüssigkeitsmengen in einem das Strömungsrohr umgebenden cylindrischen Gefässe aufgefangen und dort angesammelt werden.

Bevor wir also die Schlussfolgerungen aus den Resultaten unserer Versuche mittheilen, muss auf diese Erörterungen Körner's eingegangen werden.

IV. Theil.

Schematischer Versuch von Körner.[1]

Körner hat unter der Voraussetzung einer Reihe von Eigenschaften, welche einerseits die Gefässe im Bereiche des Capillargebietes, andererseits den Blutstrom selbst betreffen, eine schematische Darstellung dieses Theiles der Gefässbahn versucht, mit Hilfe dieses Schemas eine Reihe von Versuchen angestellt und daraus theoretische Erörterungen abgeleitet.

Die Voraussetzungen, welche die Blutbahn betreffen, sind die, dass erstens im Capillargefässsystem des thierischen Organismus dann wenn ein Blutstrom dasselbe durchläuft, auch ein Druckgefälle im Verlaufe desselben vorhanden sein müsse, dass ferner, zweitens, die Capillaren permeable, d. h. Diffusion und einfache Transsudation gestattende Wandungen besitzen, drittens dass die Wandungen der Capillaren zart und dehnbar und somit gegen jeden Druck, der auf ihre Wandungen wirkt, in gewisser Hinsicht nachgiebig sind. Als vierte Annahme zum Aufbaue des Schemas wäre noch beizufügen, dass auch eine zeitweilige

[1] Die Beschreibung, kritische Erörterung und Ergänzung des schematischen Versuches ist ausschliesslich von einem von uns (Klemensiewicz) ausgeführt und in diesem IV. Theile behandelt worden. Dabei wurde nur auf jene Momente Rücksicht genommen, welche zu dem hier behandelten Gegenstande in einer directen Beziehung stehen, während ich mir eine detaillirte Besprechung aller diesen Versuch betreffenden Einzelheiten für eine weitere, dieser möglichst bald folgenden Mittheilung vorbehalte.

Ansammlung der aus den Capillaren herrührenden transsudirten Flüssigkeit im Gewebe angenommen wurde, worüber im weiteren Verlaufe der Eröterung, welche die Beziehungen des Blutkreislaufes zur Lymphbahn betreffen, die Rede sein wird. Alle diese Voraussetzungen beruhen, wie leicht ersichtlich ist, auf einer Reihe allgemein bekannter, hinlänglich beglaubigter physiologischer Thatsachen.

Unter der Annahme der oben erwähnten Verhältnisse wurde von Körner das Schema in der Art zusammengestellt, dass Wasser unter stets gleichbleibendem Drucke in ein Rohr einströmte, welches an einer Stelle seines Verlaufes aus permeablen

Fig. 3.

D Druckapparat mit Mariotte'schen Flaschen, von welchen nur eine wiedergegeben ist.

m n Strömungsrohr.

a' b' transfusionsfähiger Theil desselben, aus einem in verdünntem Alkohol eingelegten Dünndarm vom neugeborenen Kinde hergestellt.

1, 2, 3, 4, weites Glasrohr, welches schematisch das die Capillaren umgebende Gewebe vorstellt.

M_1, M_2, M_3 Manometer.

Bei h_1 bis h_5 Hähne.

Wandungen besteht und an dieser Stelle von einem weiteren Gefässe umgeben ist.

Mit Hilfe dieses Schemas lassen sich eine Reihe von Gesetzen ableiten, die für das Strömen von Wasser in solchen Röhren von Wichtigkeit sind.

Nach dem Vorgange Körner's wurde dieses Schema in folgender Weise realisirt.

Von einem Druckapparate *D* (Fig. 3) mündet ein Strömungsrohr *cn* aus, welches in verschiedenen Strecken seines Verlaufes aus verschiedenartigem Materiale zusammengesetzt ist. Die Theile *cd* und *en* bestehen aus Kautschukröhren von passendem, etwa 8 Mm. grossem Querschnitte, *da'* und *b'e* sind aus Glas- oder Messingröhren verfertigt und bilden gleichzeitig die Ansatzstellen für die Manometer M_1 und M_2, die Strecke *ab* des Strömungsrohres ist aus einem, durch Einlegen in verdünnten Alkohol und Abziehen des Peritonealüberzuges präparirten Dünndarme eines neugeborenen Kindes hergestellt. Die Strecken *aa'* und *bb'* desselben sind über die Enden der Glasröhrchen aufgeschoben und dann mittelst derselben in den Bohrungen zweier Kautschukpfropfen 1, 4 und 2, 3 wasserdicht befestigt. Das permeable Darmrohr ist umgeben von dem cylindrischen, etwa 3 Centimeter weiten Glasgefässe 1, 2, 3, 4, welches beiderseits durch die schon erwähnten Pfropfen verschlossen ist, die nur dem Strömungsrohre *mn* den Eintritt und Austritt gestatten. Ein Glasrohr M_3, welches an das Gefäss 1, 2, 3, 4 angeschmolzen ist, dient als Manometer. Bei h_1 h_2 h_3 h_4 und h_5 befinden sich Hähne.

Es ist ohne Weiteres ersichtlich, dass dieses Schema nur die schematische Nachbildung eines Theiles der Gefässbahn, nämlich den Übergang einer Arterie in das Capillargebiet und die aus demselben hervorgehende Vene darstellen soll.

Die Strecke *ma'* entspricht dabei der zuführenden Arterie, *b'n* der abführenden Vene, und zwar so weit als dieselben inpermeable Wandungen besitzen. Der permeable Theil *a' b'* des Strömungsrohres stellt, in seinem Anfangstheile bei *a'*, die Endverzweigungen oder feinsten Enden der Arterien, in seinem mittleren Theile, das Capillargebiet, und in seinem bei *b'* liegenden Theile die ersten Anfänge der Venen dar.

Ist der Glascylinder 1, 2, 3, 4, welchen wir im Gegensatze zum Strömungsrohre *mn*, der Einfachheit wegen, das Geweberohr nennen wollen, mit Vermeidung des Eintrittes von Luftblasen vollständig mit Wasser gefüllt, welches aber im Manometer M_3 nur bis zum Punkte *d* reicht, und öffnet man die Hähne h_2 und h_3, während h_1, h_4 und h_5 geschlossen bleiben, so wird unter dem Drucke *H* bei *e* Flüssigkeit in das Strömungsrohr einströmen und in den Manometer M_1 und M_2 allsogleich bis zur Höhe *H* ansteigen. Es erreicht aber auch im Manometer M_3 die Flüssigkeitssäule diese Höhe, jedoch nur ganz allmälig und dieses Steigen erfolgt mit stets abnehmender Geschwindigkeit.

Es ist gleichgiltig, welche Grösse die Druckhöhe *H* hat, der Erfolg ist, wie leicht ersichtlich ist, stets derselbe, nur die zeitlichen Verhältnisse des Verlaufes sind in den einzelnen Versuchen bei alleiniger Änderung von *H* verschiedene. Ist einmal in allen drei Manometern M_1, M_2 und M_3 der Stand der Flüssigkeitssäule *H* geworden, so tritt eine weitere Änderung im Verlaufe des Versuches nicht mehr ein.

Anders gestalten sich die Verhältnisse beim Verlaufe des Versuches, wenn die Flüssigkeit im Strömungsrohre nicht ruhend ist, sondern in fliessender Bewegung sich befindet.

Öffnet man nämlich den Hahn h_5, so wird die Flüssigkeit bei *n* mit einer bestimmten messbaren Geschwindigkeit ausströmen. Es wird im Druckgefässe *D* die Druckhöhe *H* fortwährend dieselbe bleiben, von hier an aber sich ein Druckgefälle bis gegen *n* hin zeigen, welches in seinem auf das Rohrstück *a' b'* entfallenden Theil in Bezug auf Steilheit und Höhe des Druckes directe durch die Manometerstände in M_1 und M_2 beurtheilt werden kann.

Misst man nun die in gleichen Zeiten bei *n* ausfliessenden Flüssigkeitsmengen im Verlaufe des Versuches fortwährend, so findet man, dass zu Beginn des Versuches die Ausflussmenge am grössten ist und von da an stets abnimmt, um nach einer längeren Dauer des Versuches auf Null zu sinken. Währenddem aber an der Ausflussgeschwindigkeit eine solche fortwährende Abnahme constatirt werden kann, zeigt sich auch eine wesentliche Änderung im Stande der Manometer.

Das Wesentliche über den Verlauf des Versuches lässt sich nach Körner etwa in Folgendem zusammenfassen.[1]

Zunächst steigt das Manometer, welches den Druck im Geweberohre misst und zwar erfolgt dieses Steigen zu Beginn des Versuches sehr rasch, wird später langsamer, endlich wieder sehr schnell und erfolgt dann stossweise.

„Dem Steigen der Flüssigkeit dieses Manometers, sowie der Abnahme der Ausflussmengen, entsprechen bestimmte Veränderungen in der Form, des zu Anfang des Versuches der ganzen Länge nach gleich weiten, durch den inneren Druck ausgedehnten, transfundirenden Rohres.[2] Im weiteren Verlaufe (des Versuches) wird es nämlich von der Mitte bis gegen das mit dem Abflussrohre (der venösen Bahn) verbundene Ende hin enger; die Wandungen gerathen allmälig in oscillirende Bewegung" und es erfolgt in der Regel dann, wann der äussere Druck im Manometer M_3, den inneren Druck in M_2 um ein Beträchtliches überschritten hat[3] „ein regelmässiges Auf- und Zuklappen" des permeablen Rohrstückes an seinem Ende b', was auch ein stossweises Unterbrechen der Ausflussbewegung zur Folge hat.

„Dieses Auf- und Zuklappen am Ende des transfundirenden (permeablen) Gefässes geschieht anfangs ruhig, mit ziemlich weiten Excursionen" der sich bewegenden Rohrwand „wird aber bald beschleunigt, um endlich mit weiterer Abnahme des Gefässlumens wieder in ein gleichmässiges Erzittern überzugehen und mit vollkommenem Verschlusse (in Form einer Strictur) abzuschliessen."

Das permeable Rohr aber wird von dieser Abschnürung an nach a' hin, durch den inneren Druck bedeutend ausgedehnt,

---

1 Siehe l. c., p. 13 und 14.

Ich war genöthigt, eine detaillirte Beschreibung des übrigens sehr einfachen Apparates hier mitzutheilen, da sich in Körner's Abhandlung nur eine Andeutung desselben vorfindet.

2 Wir haben es vorgezogen, diese Eigenschaft der Röhrenwand, welche unter dem Einflusse des Druckes den Durchtritt von Wasser oder Flüssigkeit gestattet, mit dem Namen der Permeabilität oder Transsudationsfähigkeit zu bezeichnen.

3 Über die hier massgebenden Druckverhältnisse und über den Zeitpunkt, wann diese Erscheinung auftritt, werde ich später ausführlich zu berichten haben.

denn dieser ist von der Abschnürungsstelle b' angefangen bis zum Punkte c hin erhöht, was aus dem Steigen der Flüssigkeitssäule in M_1 entnommen werden kann. „Das Steigen dieses Manometers beginnt in dem Momente augenscheinlich deutlich zu werden, wo die Strecke a' b' gegen b' zu eine Verengerung zeigt und dauert nicht nur während des Auf- und Zuklappens des Darmrohres, wo es sogar noch rascher wird, fort, sondern wenn auch anscheinend der Querschnitt des Rohres bei b' bis zum Verschwinden seines Lumens verengt wurde, steigt die Flüssigkeitssäule in M_1 so lange bis die Druckhöhe H erreicht ist. — Dasselbe gilt von dem Drucke in dem Manometer M_3, nur mit dem Unterschiede, dass das Steigen der Flüssigkeitssäule in diesem Manometer bedeutend langsamer erfolgt, als in M_1 und die Druckhöhe H entweder niemals oder doch nur bei sehr langer Dauer des Versuches erreicht wird. In ähnlicher Weise als der Druck in M_1 und M_3 steigt, sinkt derselbe in M_2 und in demselben Masse nimmt auch die Ausflussmenge ab, wie schon früher erwähnt wurde.

„Dem früher erwähnten Auf- und Zuklappen" des permeablen Rohres „entspricht ein rasches, gleichsam hüpfendes Ansteigen der der arteriellen Bahn und der Gewebeflüssigkeit entsprechenden Manometer."

Das ist im Wesentlichen der Verlauf des Versuches, welcher noch durch die beigegebene Tabelle erläutert wird. Mehrere solche mitzutheilen, halte ich für überflüssig, da sie im Wesentlichen, worauf ich mich hier beschränken muss, dasselbe enthalten.

Versuch mit dem Schema.

Länge des Strömungsrohres 1466 Mm.
Länge des permeablen Theiles 186 Mm.

Nr.	Manometer			Aus-fluss	Anmerkung
	Art.	Lymph.	Ven.		
	M_1	M_3	M_2		
1	320	155	260	2000	Anfänglich war der Flüssigkeit aus dem Geweberohr der Abfluss gestattet.
2	320	215	260	2045	
3	320	250	260	2045	
4	320	268	260	2033	

Nr.	Manometer			Aus-fluss	Anmerkung
	Art.	Lymph.	Ven.		
	M_1	M_3	M_2		
5	320	281	260	2025	
6	420—30	345—55	110—25	1555	Auf- und Zuklappen des Darmrohres.
7	450—60	385—95	70—90	1133	
8	465—75	410—20	55—70	837	
9	470—80	430—40	40—60	710	
10	475—90	440—45	25—45	585	
11	475—90	440—55	20—45	463	
12	480—505	455—65	15—40	387·5	
13	490—505	460—70	10—40	350	
14	490—510	465—80	10—40	318	
15	490—510	465—80	5—35	293	
16	500—515	470—85	5—35	275	
17	490—510	475—89	5—35	262	
18	490—510	475—90	5—35	250	
19	512	490	0	157·5	Ruhe.
20	512	490	0	75	
21	512	491	0	72·5	
22	512	490·5	0	60	
23	512	490	0	55	
24	512	492	0	49	
25	512	492	—1	39	
26	512	500	—1	35	
27	512	500	—1	30	
28	512	500	—1	31	
29	512	500	—1	30	
30	512	500	—1	28	
31	513	502	—2	25	
32	513	502	—2	22	
33	513	502	—2	19·8	
34	513	504	—2	18	
35	513	505	—2	16	
36	513	505	—2	16	
37	513	505	—3	16	
38	513	505	—3	14	
39	513	505	—3	12	
40	513	505	—3	12	
41	513	505	—4	11	
42	513	505	—4	10	
43	513	505	—4	8	

Nr.	Manometer			Ausfluss	Anmerkung
	Art.	Lymph.	Ven.		
	M_1	M_3	M_2		
44	513	505	—4	8	
45	513	505	—4	8	
46	513	505	—4	7·8	
47	513	505	—4	7	
48	513	505	—5	7	
49	513	505	—5	6·5	
50	513	505	—5	6	
51	513	505	—5	5·8	
52	513	505	—5	5·5	
53	513	505	—5	5·3	
54	513	505	–5	5	
55	513	505	—5	5	
56	513	507	—5	4·5	
57	513	507	—5	4	
58	513	507	—5	4	
59	513	507	—5	4	
60	513	507	—5	4	
61	514	507	—5	4	
62	514	507·3	—5	4	
63	514	507·8	—5	4	
64	514	508	—5	4	
65	514	508	—5	3·5	
66	514	508	—5	3	
67	514	508	—5	3	
68	514	508	—5	3	
69	514	508	—5	3	
70	514	508	—5	3	
71	514	508	—5	3	
72	514	508	—5	3	
73	514	508	—5	2·5	
74	514	508	—5	2	
75	514	508	—5	2	
76	514	508	—5	2	
77	514	508	—5	2	
78	514	508	—5	2	
79	514	508	—5	2	
80	514	508	—5	1·5	
81	514	508	—5	2	

Nr.	Manometer			Ausfluss	Anmerkung
	Art.	Lymph.	Ven.		
	M_1	M_3	M_2		
82	514	508	—5	1·5	
83	514	508	—5	1·5	
84	514	508	—5	1·5	
85	514	508	—5	1·5	
36	514	508	—5	1·5	
87	514	508	—5	1·5	
88	514	508	—5	1·5	
89	514	508	—5	1 5	
90	514	508	—5	1·5	
91	514	508	—5	1·5	
92	514	508	—5	1	
93	514	508	- 5	1·5	
94	514	508	—5	1	

Die 94 Ablesungen geschahen in Intervallen von 60 Secunden.

Da der Durchmesser der Ausflussöffnung 3 Mm. betrug, so ergab sich als grösste mittlere Geschwindigkeit zu Beginn des Versuches für die Ausflussmenge von 2045 Cc. in 1 Minute, in Millimetern ausgedrückt:

Aus $A = vr^2\pi$, $v = 1205 \cdot 47$ Mm. in der Secunde und ebenso
als kleinste $v^1 = 0 \cdot 60127$ „ „ „ „

Um bei den Messungen der Ausflussmengen keine zu grossen Fehler zu machen, wurde die Flüssigkeit nicht directe aus dem Strömungsrohre in die Luft ausströmen gelassen, sondern nach dem Vorgange Hagen's (Annalen der Physik, XLVI, 1839) eine passende Vorrichtung angebracht, welche die Messung wesentlich erleichterte.

Dass dieser Verlauf des Versuches bedingt ist durch die Transsudation der Flüssigkeit aus dem Strömungs- in das Geweberohr, in welchem auf diese Art der Druck erhöht wird, ist ersichtlich. Denn geht man aus von den früher erwähnten Verhältnissen, wo bei geschlossener Ausflussöffnung n schliesslich der Druck im Geweberohre der Druckhöhe H gleich wird, so ist es unzweifelhaft, dass bei strömender Flüssigkeit, bei hinläng-

licher Dauer des Versuches im Geweberohre der Druck bis zu jener Höhe ansteigen muss, welche an irgend einem beliebigen Punkte im Innern des permeablen Rohres *a' b'* herrscht. Es muss also, einmal im Geweberohr auch der Druck auf jene Höhe steigen können, welche im Innern des Darmrohres am Punkte *a'* herrscht. Dieser Druck ist aber viel höher als jener Druck, der in den späteren Querschnitten von *a'* nach *b'* hin im Innern des Darmrohres herrscht.

Man sollte nun meinen, sagt Körner, dass bei solchen Druckverhältnissen es nun zu einer Transsudation der Flüssigkeit aus dem Geweberohre in das Darmrohr kommen sollte.[1] Zu einer solchen Umkehr der Transsudationsrichtung kommt es auch in der That, aber die Flüssigkeitsmengen, welche durch den Transsudationsact wieder aus dem Geweberohre in das Innere des Strömungsrohres hineinbefördert werden, sind zu geringfügige, oder der Ausgleich der Spannungsdifferenzen ist ein zu langsamer, um es verhindern zu können, dass dieselben an den nachgiebigen Wandungen des Darmrohres in Form einer Verengerung desselben bei *b'* zum Ausdrucke kommen. Es ist aber auch ersichtlich, dass jede noch so geringe Erhöhung des Druckes im Geweberohre (M_3) über den bei *b'* im Innern des Darmrohres herrschenden Druck zu einer Verengerung des Darmrohres an dieser Stelle führen muss,[2] die bei fortwährendem Wachsen dieser Druckdifferenz endlich zu einem vollständigen Verschlusse des Darmrohres bei *b'* und damit zu einem Aufhören der fliessenden Bewegung im Innern des Strömungsrohres *mn* führt.

Um die Gesetze zu erforschen, welche für den Verlauf des mitgetheilten Versuches massgebend sind, hat Körner den Weg der analytischen Darstellung gewählt. Um diese zu ermöglichen, wurden möglichst einfache Verhältnisse angenommen und Voraussetzungen gemacht, welche in praxi nicht realisirbar sind. Dennoch sind aber die auf diesem Wege gewonnenen Resultate von solcher Bedeutung, dass sich daraus eine Reihe

---

[1] Siehe Körner, l. c. p. 5 und 6.

[2] Dabei ist die Spannung der Wände des permeablen Rohres nicht berücksichtigt und auch auf die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsbewegung kein Gewicht gelegt, zwei Momente, welche zur Entscheidung der Frage, wann die Verengerung des Darmrohres beginnt, von Belang sind.

von Schlüssen ziehen lassen, welche für die Blutbewegung im thierischen Organismus von Wichtigkeit sind.

Wenn Körner[1] in seiner Darstellung der Untersuchungen die Voraussetzung macht, dass an dem gleichweiten Rohre *mn*[2] das Stück *ab* permeabel sei und dass in irgend einem Momente zu Beginn des Versuches das Druckgefälle *on* herrsche, so sind dabei einige Erörterungen zu machen.

Strömt nämlich Flüssigkeit durch ein cylindrisches Rohr von bestimmtem, überall gleichem Querschnitte und ist an irgend einer Stelle der Wandung im Verlaufe des Rohres, der Flüssigkeit der Austritt gestattet, so ändert dieser seitliche Abfluss die Strömungsverhältnisse bedeutend. Die einzigen bisher angestellten Versuche, welche eine Anwendung auf den hier betrachteten Fall gestatten, sind von Jacobson.[3]

Diese Versuche beziehen sich auf die Veränderung, welche die Abflussmenge und der Druck in einem Strömungsrohre erleiden, wenn eine seitliche Abzweigung in bestimmter Entfernung vor der Ausflussöffnung angebracht ist.

Aus diesen Versuchen geht unmittelbar hervor, dass die Anbringung einer seitlichen Ausflussröhre, eine Erniedrigung des Druckes im Hauptrohre zur Folge habe. Wenn man nun bedenkt, dass die Grösse dieser Druckerniedrigung offenbar davon abhängig ist, wie gross der Widerstand in der seitlichen Abflussröhre ist, so ist eine directe Vergleichung der von Jacobson untersuchten Fälle mit dem hier erwähnten möglich. Es ist offenbar gestattet, anzunehmen, dass die Summe der Canälchen, welche in einem permeablen Schlauche vorhanden sind, einer bestimmten Menge Flüssigkeit in der Zeiteinheit den Durchtritt gestatten. Bei sonst gleichen Verhältnissen ist nun diese Menge entsprechend dem Poiseuille'schen Gesetze[4] offenbar nur von dem jeweiligen im Hauptrohre herrschenden mittleren Drucke abhängig.

---

[1] L. c. p. 3 u. f.

[2] Die Buchstaben beziehen sich auf Körner's Fig. 1, welche in der folgenden Fig. 4 wiedergegeben ist.

[3] Arch. f. An. u. Physiologie, 1860, S. 100.

[4] Siehe Rollett, Hdbch. d. Physiologie von L. Hermann Leipzig 1880, IV. Bd., 1, p. 203.

Unter der Annahme eines solchen mittleren Druckes, an Stelle des in der Länge des permeablen Schlauches herrschenden Druckgefälles und unter der Voraussetzung, dass die feinen Öffnungen des permeablen Schlauches in Bezug auf den Gesammtwiderstand ersetzt gedacht werden durch ein entsprechend gewähltes, enges seitliches Ausflussröhrchen, reducirt sich der hier besprochene Fall auf den — dass in einem Strömungsrohre durch eine im Verlaufe desselben angebrachte, beliebig kleine seitliche Öffnung der Abfluss gestattet ist.

Nun habe ich mich durch hierüber angestellte Versuche häufig überzeugt, dass in einem Strömungsrohre, in welchem das bekannte geradlinig gestreckte Druckgefälle herrscht, bei Eröffnung eines seitlichen Abflusses eine Einknickung dieser Druckgefällslinie an dieser Stelle erfolgt, so dass dann innerhalb gewisser Grenzen das Druckgefälle aus zwei unter einem Winkel zusammenstossenden Linien besteht. Die Grösse der Einknickung ist abhängig von der Grösse der seitlichen Ausflussöffnung und auch von einer allgemeinen Erniedrigung des Druckes im Hauptrohre begleitet. Diese Erniedrigung kann bei möglichst kleiner Ausflussöffnung verschwindend klein werden, so dass die im Anfange des Strömungsrohres angebrachten Druckmesser kein erhebliches Sinken der Wasserstände zeigen.[1] Verfährt man nun in der Weise, dass auch die seitliche Ausflussöffnung beliebig klein gemacht werden kann, so treten offenbar Verhältnisse ein, welche den Fehler, der bei der Annahme eines geradlinig gestreckten Druckgefälles für das ganze Strömungsrohr entsteht, möglichst klein zu machen gestatten.

Wenn man dabei noch berücksichtigt, dass auch das Verhältniss des Querschnittes der seitlichen Ausflussöffnung zum Querschnitte des Hauptrohres massgebend ist, so ist es leicht ersichtlich, dass man die Änderung der Druckgefällslinie bei Anwendung eines Rohres, das zum Theile aus permeablen

---

[1] An diesen Druckmessern ist bei Eröffnung einer seitlichen Ausflussöffnung die Druckerniedrigung bedeutender, als an solchen, die hinter der seitlichen Abflussöffnung liegen, wenn diese in der Mitte des Strömungsrohres sich befindet oder vor derselben liegt, oder wenigstens nicht zu nahe bei der Ausflussöffnung des Hauptrohres angebracht ist.

Wandungen besteht auf jene Änderungen in der Druckgefällslinie zu beziehen vermag, welche auch eintreten, wenn in einem Strömungsrohre an einer Stelle eine Herabsetzung der Widerstände vorhanden ist, also z. B. eine Erweiterung der Strombahn erfolgt.[1]

Es hängt natürlicherweise von dem Grade der Permeabilität der angewendeten Membran und von der Länge dieses permeablen Schlauchstückes ab, welchen Grad diese Widerstandsänderung erreicht.

Nimmt man daher eine nicht zu grosse Permeabilität und eine möglichst geringe Länge des permeablen Theiles des Strömungsrohres an, so ist dieses derjenige Fall, in welchem die Voraussetzungen von Körner mit einem möglichst kleinen Fehler angenommen werden dürfen.

Es wird sich übrigens bei der weiteren Erörterung ergeben, dass Körner selbst eine Methode der Rechnung angegeben hat, welche die hier gemachte Annahme wenigstens für die Erörterung einiger Gesetze gerechtfertigt erscheinen lässt.

Nimmt man daher mit Körner an, dass der Transsudationsact vorläufig keinen Einfluss auf die Ausflussbewegung habe,[2] so gibt die Linie *on* Fig. 4. die Manometerstände für alle Querschnitte des Rohres *mn* an, das als durchaus gleichweit angenommen ist.

Es bedeutet dabei h den Manometerstand am Beginne des Rohres, also jenen Theil der Wassersäule H, welcher von Rollett[3] mit h_1 bezeichnet wurde und zur Überwindung der Widerstände im Strömungsrohre *mn* verwendet wird.

Um die folgende Darstellung der Gesetze zu vereinfachen, ist Körner's schematische Zeichnung hier wiedergegeben.

In Fig. 4 ist *mn* das Strömungsrohr, dessen Länge L ist, das Stück *ab* desselben von der Länge l ist eingeschlossen in einen weiten Glascylinder, der der Flüssigkeit, die darin angesammelt ist, nirgends den Abfluss gestattet, nur im Manometer M

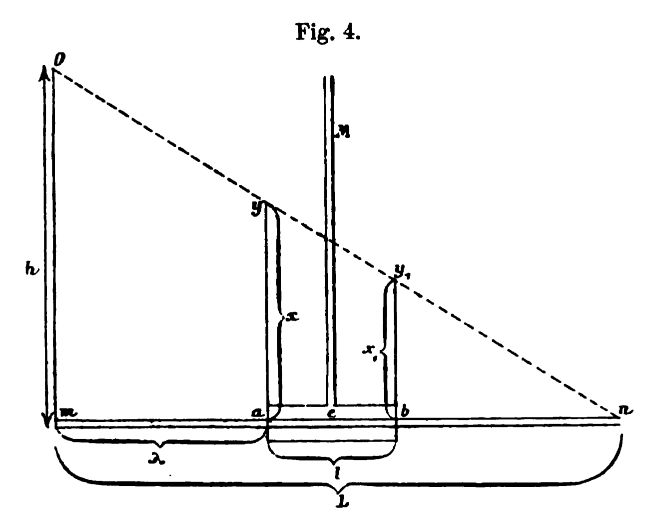
---

[1] Was die Widerstände betrifft, so ist in dem Folgenden eine hinreichend ausführliche Erörterung der Fälle gegeben, in welcher eine Änderung derselben auch die Druckgefässlinie ändert.

[2] L. c. p. 4.

[3] Siehe Rollett, l. c. p. 201, Fig. 10.

Fig. 4.



kann dieselbe aufsteigen. Die Entfernung des Punktes *a* vom Anfange *m* wird gleich λ gesetzt.

Unter den früher gemachten Annahmen kann für ein kurzes Zeittheilchen die Linie *o n* als Druckgefälle für *m n* angenommen werden, da *h* der zu Anfang herrschende Druck ist. Es herrscht also bei *a* der Druck $x = h\,\frac{L-\lambda}{L}$, bei *b* der Druck $x_1 = h\,\frac{L-\lambda-l}{L}$, ebenso wird in der Mitte zwischen *a* und *b* bei *e* der Druck *D m* (mittlerer Druck) $= h\,\frac{L-\lambda-\frac{l}{2}}{L}$. Da uns aber interessirt, was für einen Einfluss der Vorgang der Transsudation auf die Strömung im Rohre *m n* hat, so ist es nothwendige Bedingung zu wissen, unter welchem Drucke sich die Flüssigkeit in dem Glascylinder, welchen wir das Geweberohr genannt haben, befindet.

Es ist einleuchtend, dass, wie schon früher auf S. (288 u. 293) erwähnt wurde, die Eigenschaft der Permeabilität des Darmschlauches aus dem das Stück *a b* gefertigt ist, dem Wasser den Durchtritt in das Geweberohr gestatten wird, so lange als der Druck im Geweberohre niedriger ist als im Strömungsrohre. Diese Fähigkeit, Wasser durchtreten zu lassen, wird auch gewiss nicht beeinträchtigt durch die Erniedrigung des Druckes im Strömungsrohre, sondern diese wird nur von der zwischen dem Aussen- und Innendrucke herrschenden Druckdifferenz abhängig

sein. Nun wäre es aber völlig gleichgiltig für die Ansammlung der Flüssigkeit im Geweberohre, ob das Rohrstück *ab* in allen Theilen gleich permeabel ist, oder ob etwa nur die eine oder andere Stelle diese Eigenschaft besässe. Ausser auf den zeitlichen Verlauf der Füllung des Geweberohres mit Flüssigkeit würde dieses keinen Einfluss auf den Erfolg der Transsudation, nämlich auf die vollständige Anfüllung des Geweberohres mit Wasser unter einem bestimmten Druck, ausüben.

Es ist daher ersichtlich, dass, nachdem im Rohrstücke *ab* ein Druckgefälle vorhanden ist, da bei *a* ein Druck von der Grösse x, bei *b* ein solcher von der Grösse x_1 herrscht, diese Druckdifferenz von aussen nach innen an verschiedenen Punkten des Rohres *ab* verschiedene Werthe hat.

Da nun von dem Betrage dieser Druckdifferenz die in der Zeiteinheit durchtretende Flüssigkeitsmenge abhängig ist, und wenn zu Beginn des Versuches im Geweberohre der Atmosphärendruck herrscht, die Druckdifferenz bei $a = x$, bei $b = x_1$ war, also eine Abnahme der Druckdifferenz von *a* nach *b* zu vorhanden ist, so ist es ersichtlich, dass bei *a* mehr Flüssigkeit transsudiren wird als bei *b*. Daraus geht aber hervor, dass, da ja im Geweberohre keine Strömung stattfindet, also an allen in derselben horizontal liegenden Punkten der gleiche Druck herrscht,[1] es wesentlich darauf ankommt, wie hoch dieser im Geweberohre herrschende Druck ist. Entsprechend den Eigenschaften der Permeabilität wird nämlich dieser Druck immer mehr und mehr steigen und endlich einmal auch die Höhe $Dm = h \frac{L - \lambda - \frac{l}{2}}{L}$ erreichen können; dann aber ist die Druckdifferenz bei $a = +h \frac{\frac{l}{2}}{L}$ bei $b = -h \frac{\frac{l}{2}}{L}$ und bei $e = 0$.

Man könnte nun meinen, wie schon früher erwähnt wurde, dass damit ein Zustand herbeigeführt sei, vermöge dessen nun zwischen *a* und *e* Flüssigkeit von innen nach aussen, zwischen *e* und *b* aber in umgekehrter Richtung transsudirt.

[1] Eine Annahme, die unter Berücksichtigung des geringen Einflusses, den die etwa vorhandene Strömung auf den Versuch haben könnte, völlig gerechtfertigt ist.

In der That habe ich mich durch zweckmässige Anbringung von Manometern davon überzeugt, dass im Geweberohre eine Strömung von *a* nach *b* hin stattfindet. Welche Thatsache man aus den Ständen der Flüssigkeitssäulen zu erschliessen im Stande ist. Doch ist das Druckgefälle und damit die Strömungsgeschwindigkeit so geringfügig, dass man im Hinblick auf die zu erörternden Thatsachen, den Einfluss dieser Erscheinung vernachlässigen kann.

Bedenkt man aber dass die Wandungen des permeablen Schlauchstückes nachgiebig sind, so wird es ersichtlich, dass die Form des ganzen permeablen Rohres eine Function des jeweiligen die Wandelemente belastenden äusseren und inneren Druckes ist. Es müsste also bei einer grossen Beweglichkeit der Wandung von vorneherein schon entsprechend dem im Innern herrschenden Druckgefälle die Form des Rohres *ab* nicht eine cylindrische, sondern von *a* gegen *b* zu eine sich konisch verjüngende sein. Diesem Umstande wurde in der Auseinandersetzung Körner's desshalb kein Gewicht beigelegt, weil die Steilheit des anfänglichen Druckgefälles, die ja für den schliesslichen Erfolg des Experimentes nicht massgebend ist und für diese Erscheinung bedeutend ins Gewicht fällt, beliebig klein gemacht werden kann. Andererseits würden die Verhältnisse bei Berücksichtigung dieses Umstandes zu complicirt, um eine durchsichtige Darstellung derselben möglich zu machen. Übrigens soll später auf diesen Punkt zurückgekommen werden.

Jedenfalls ist aber zu berücksichtigen, dass in jenem Momente, wo bei *a* die Druckdifferenz $+h\frac{\frac{l}{2}}{L}$, bei *b* aber die Druckdifferenz $-h\frac{\frac{l}{2}}{L}$ herrscht oder herrschen würde, bei *b* eine Einziehung des permeablen Schlauches in Folge der Nachgiebigkeit seiner Wandungen auftreten muss.

Die von Körner[1] gemachte Annahme, dass im Geweberohre einmal der Werth des inneren Mitteldruckes:

---

[1] L. c. p. 5.

$$Dm = h \frac{L - \lambda - \frac{l}{2}}{L}$$

erreicht wird, ist eine willkürliche.

Es ist ersichtlich, dass bei jedem noch so geringen Überwiegen des Druckes im Geweberohre (Dr) über den Druck im Innern bei $b = x_1 = h \frac{L - \lambda - l}{L}$ eine von der Beweglichkeit der Wandungen des permeablen Rohres abhängige Verengerung bei b auftreten muss. Ausserdem hat man aber noch zu berücksichtigen, dass nicht nur der absolute Betrag dieser Druckdifferenz bei b, sondern auch die jeweilige im Innern des Strömungsrohres herrschende Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilchen für die Gleichgewichtslage der Wandtheilchen des permeablen Rohres bei b massgebend ist, denn es erleiden offenbar die Wandtheilchen selbst eine der Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstromes direct proportionale Beschleunigung, gegen die Axe desselben. Dadurch ist ersichtlich, dass die von Körner gemachte Annahme nicht massgebend ist für alle Fälle der Ausführung des schematischen Versuches. (Vergleiche Seite 102 Anmerkung.)

Es würde zu weit führen, auf die Einzelheiten dieser Erscheinung hier einzugehen.

Jedenfalls ist es richtig, wenn, in Berücksichtigung der eben erwähnten Umstände, Körner[1] sagt, dass die auf diese Weise bedingte Formveränderung von l selbstverständlich für den Vorgang selbst nicht ohne Folgen bleiben könne. Vor Allem würde aus der Verengerung bei b ein stauendes Moment erwachsen, welches von b nach rückwärts eine Vermehrung des inneren Druckes bewirke. Nimmt man aber mit Körner an, dass bei den Punkten a und b eine Druckdifferenz $= \pm h \frac{\frac{l}{2}}{L}$ erreicht wird, so wird das ganze Stück von e bis b in den Bereich der Verengerung hineingezogen und dann wird in diesem Stücke, wenn H die Triebkraft am Anfange wie vorausgesetzt stets dieselbe bleibt, der innere Druck bedeutend herabgesetzt.

Dass dadurch die Bedingungen für das Strömen der Flüssigkeit ganz andere geworden sind, ist selbstverständlich.

---

[1] L. c. p. 7.

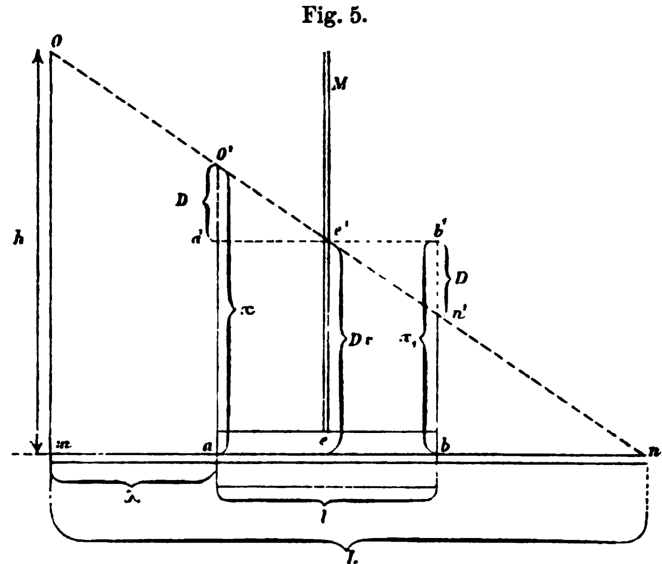
Es werden die Widerstände, die sich der ausströmenden Flüssigkeit entgegensetzen, stets grössere, entsprechend dem im Geweberohre zunehmenden Drucke. Da aber die Treibkraft stets dieselbe bleibt und in Folge der vermehrten Widerstände, die hauptsächlich eine bestimmte beschränkte Strecke des Strömungsrohres betreffen, auch der Druck vor diesen Widerständen bedeutend steigt, so werden in Anbetracht dieser Drucksteigerung im Anfangstheile des permeablen Rohres die Bedingungen für eine massenhafte Transsudation von Flüssigkeit in das Geweberohr stets günstigere je mehr die besagten Widerstände zunehmen. Da nun in der verengten Stelle selbst der Druck unter den früher herrschenden herabsinkt, so ist es ersichtlich, dass nach und nach eine zum endlichen Verschluss führende Verengung des permeablen Schlauches bei *b* zu Stande kommen muss.

Dass ein solcher Verschluss des permeablen Rohres bei *b* nicht plötzlich in jenem Momente erfolgt, wo überhaupt ein Überdruck von aussen zu herrschen beginnt, sondern allmälig unter fortwährendem Auf- und Zuklappen der Wandungen dieses Rohres zu Stande kommt, hat seinen Grund in der Art der Änderung der Druckgefällslinie *on*, welche eben nur unter gewissen früher erwähnten Voraussetzungen, als in einem einzigen Momente herrschend angenommen werden darf, und welche Änderung gleich näher erörtert werden soll.

Aus den bisher gemachten Erörterungen geht hervor, dass in einem Strömungsrohre mit permeablen und nachgiebigen Wandungen, dann wann die transsudirte Flüssigkeit in einem geschlossenen Gefässe (Geweberohre) aufgefangen wird, desshalb kein gleichmässiges Strömen der Flüssigkeit stattfinden kann, weil im Geweberohre der Druck grösser wird als der ist, welcher im Inneren der permeablen Strecke des Strömungsrohres, und zwar in den der Ausflussöffnung näher gelegenen Querschnitten desselben herrscht.

Für die von Körner gemachte Annahme, dass der Druck im Geweberohre einmal den Werth des inneren Mitteldruckes $Dm = h \frac{L - \lambda - \frac{l}{2}}{L}$ erreiche, ist es also massgebend, dass, wie aus beistehender Tabelle hervorgeht, und durch Fig. 5 noch erläutert

Fig. 5.



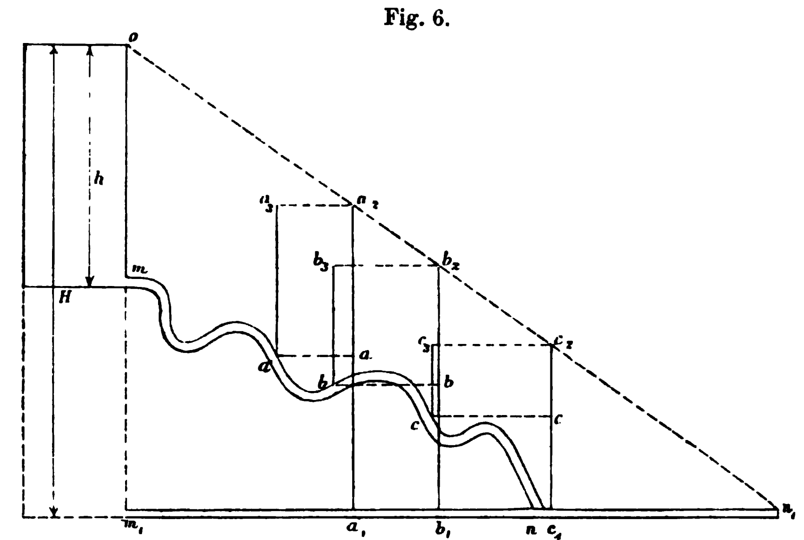
wird, eine Reihe von Druckdifferenzen zwischen Aussen- und Innendruck zu Stande kommen, die bei $a = +D$, bei $e = o$, bei $b = -D$ sind. Dabei deutet a' b' in Fig. 5 den überall gleichen Druck Dr im Geweberohre, die Strecke o' n' aber die Abnahme des Druckes von a gegen b im Inneren des Strömungsrohres an.

Es herrscht also:

Bei	Innerer Druck	Er ist	Äusserer Druck[1]	Druckdifferenz
a	$+h\frac{L-\lambda}{L}$	$>$	$-h\frac{L-\lambda-\frac{l}{2}}{L}$	$+h\frac{\frac{l}{2}}{L}$
e	$+h\frac{L-\lambda-\frac{l}{2}}{L}$	$=$	$-h\frac{L-\lambda-\frac{l}{2}}{L}$	0
b	$+h\frac{L-\lambda-l}{L}$	$<$	$-h\frac{L-\lambda-\frac{l}{2}}{L}$	$-h\frac{\frac{l}{2}}{L}$

[1] Da der äussere Druck auf die Wandelemente des permeablen Rohrstückes in entgegengesetzter Richtung als der innere Druck wirkt, so haben wir ihn mit dem negativen Zeichen versehen. Auch ist hier h nur als Widerstandshöhe genommen, unter der Annahme, dass das Strömungsrohr bei möglichst geringem Druckgefälle überall gleichen Querschnitt besitze. Letztere Forderung lässt sich in praxi annähernd ausführen durch entsprechende Verengerung der Ausflussöffnung bei n (Fig. 3).

Fig. 6.



Wie Körner nun auf Seite 8—14 seiner Abhandlung zeigt, gelangt man unter denselben Annahmen zu denselben Werthen, wenn auch die Richtung des permeablen Theiles des Strömungsrohres eine beliebige nach auf- oder abwärts gerichtete ist.

Dabei haben wir nur die Bemerkung beizufügen, dass Körner, wie aus beistehender Fig. 6 hervorgeht, die durch die Bildung von Bricolwinkel entstehenden Widerstände vernachlässigt.

Wenn nämlich Körner,[1] um die eben entwickelten Thatsachen auch an senkrecht nach auf- oder abwärts verlaufenden Röhren zu untersuchen, zuerst das beigegebene Schema erörtert und sagt, dass man das geneigt und gewunden verlaufende Rohr *mabcn* durch ein gleichlanges und gleichweites Rohr m_1 a_1 b_1 c_1 n_1 sich ersetzt denken kann, welches horizontal durch n verläuft, so wäre es richtiger, wenn man sagen würde, man kann sich *mabcn* durch ein ebenso weites horizontal und gestreckt durch n verlaufendes Rohr ersetzt denken, dessen Länge empirisch so lange gewählt ist, dass dadurch derselbe Ausfluss bei n_1 erzielt wird, welcher durch das gewundene Rohr bei n vorhanden war.

[1] L. c. p. 7.

Lässt man aber der Einfachheit wegen die durch Bricolwinkel entstehenden Widerstände unberücksichtigt, so ergibt sich aus der einfachen Betrachtung der Fig. 6, dass die Druckwerthe für die Punkte m, a, b, c gefunden werden, indem man die Druckwerthe der correspondirenden Punkte am Rohre m_1 n_1 aufsucht und davon die Niveaudifferenzen der betreffenden Punkte nämlich aa_1, bb_1, cc_1 abzieht. Dann entsprechen die Linien aa_3, bb_3, cc_3 den Druckwerthen in den Punkten a, b und c des gewundenen Rohres. Es ist dabei vorausgesetzt, dass die Rohrstücke ma und m_1 a_1, ab und a_1 b_1, bc und b_1 c_1 und cn und c_1 n_1 in Bezug auf Widerstände einander gleichwerthig seien.

Hat man auf diesem Wege die Verhältnisse hinreichend vereinfacht, so gelangt man auf dem Wege der analytischen Darstellung, auch für solche Modificationen des Versuches, zu demselben Resultate, welches für horizontal verlaufende Röhren kritisch erörtert wurde.

In Bezug auf die Ausführung der Rechnung verweise ich auf das Original. Hier sei nur so viel bemerkt, dass auch in den Fällen des schief verlaufenden Strömungsrohres, der im Geweberohre durch den Act der Transsudation zu Stande kommende Druck, zu einem Stauungsmomente für das Strömen der Flüssigkeit im Strömungsrohre wird, so dass schliesslich bei der auf diese Weise angestellten experimentellen Untersuchung des Vorganges, ebenso wie bei dem geschilderten Versuche mit horizontaler Strombahn, ein Herabsinken der Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilchen im Strömungsrohre auf Null, zu Stande kommt.

In Bezug auf die Art und Weise, wie aber die durch diese Stauung, oder die Formveränderung des permeablen und nachgiebigen Theiles des Strömungsrohres hervorgebrachte Vermehrung der Widerstände, auf die Form der Druckgefällslinie wirkt, und welchen Einfluss diese Änderung des Druckgefälles auf den weitern Verlauf des Versuches hat, muss auf Körner's Erörterung weiter eingegangen werden.

Früher schon wurde erwähnt, dass durch jede Verengerung im Rohrstücke ab, der Druck vor dieser erhöht werden, und in ihr und hinter derselben sinken muss. Obwohl nun die Richtigkeit dieses Vorganges schon von vorneherein nicht bezweifelt werden

kann, so liegt doch in der analytischen Erörterung desselben eine Reihe von Andeutungen enthalten, die für einschlägige Versuche von Wichtigkeit sein können.

Es ist daher zur weiteren Erörterung des Versuches die Frage zu beantworten: Welcher Art ist die Änderung des Druckgefälles *on* (Fig. 4), wenn das permeable Rohrstück von *e* nach *b* zu eine Verengerung erleidet?

Es geht dann vor Allem das früher gleichweite Strömungsrohr in ein Rohr über, dessen Abtheilungen nicht mehr gleichen Querschnitt haben. Dieser ist vielmehr nur in den Stücken *ma* und *bn* derselbe geblieben, während der Querschnitt von *ab* fortwährend veränderlich ist und zwar in dem von uns besprochenen Falle, in einer beschränkten Ausdehnung bei *b* und dessen Nachbarschaft stets kleiner wird.

Die Beantwortung der Frage wird daher möglich sein, wenn es gelingt zu erörtern, in welcher Weise sich die Druckgefällslinie an einem Strömungsrohre von drei Rohrabschnitten gestaltet, wenn der erste und letzte gleichen und unveränderlichen, der mittlere aber veränderlichen Querschnitt hat. [1]

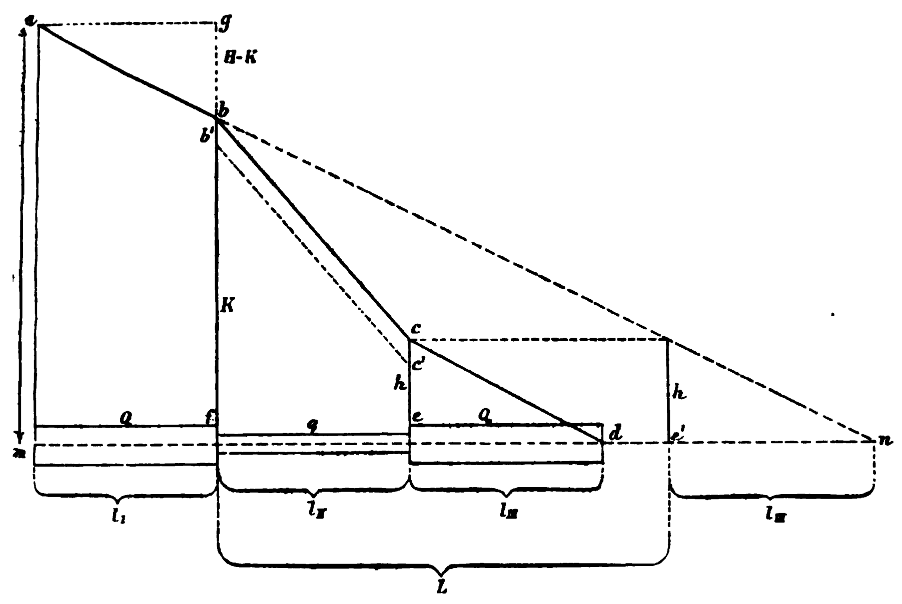
Anschliessend an Körner's Erörterung gebe ich hier dessen schematische Zeichnung einer Röhre (Fig. 7), *md* die aus drei Theilen l_{I}, l_{II} und l_{III} besteht. Von diesen Theilen haben l_{I} und l_{III} gleichen und unveränderlichen Querschnitt Q, während das Rohrstück l_{II} vom veränderlichen Querschnitte q sei. Nun ist vor Allem die, für das aus ungleich weiten Abschnitten bestehende Rohr *md*, herrschende Druckgefällslinie zu bestimmen.

Um dieses zu erreichen, ging Körner von dem Gedanken aus, dass es möglich sein müsse, sich das Rohr *md* durch ein anderes Rohr *mn* ersetzt zu denken, dessen Querschnitt überall der gleiche und zwar Q sei. Diese Möglichkeit ist natürlich nur dann vorhanden, wenn $q < Q$ ist, man also sich den, bei gegebener geringer Länge, durch den engeren Querschnitt bedingten Widerstand durch den bei einer entsprechenden Verlängerung des

[1] Ich beschränke mich hier auf jene Fälle, welche für die Erklärung der von uns angestellten Versuche unumgänglich nöthig sind, und verweise in Bezug auf Details auf eine, wie schon erwähnt, später folgende Mittheilung.

Rohres gegebenen Widerstand ersetzt denkt, wobei der Querschnitt grösser und dem der Rohrstücke l_{I} und l_{III} gleich gedacht wird.


Fig. 7.



Man hat diesen Ersatz offenbar dann erreicht, wann die Ausflussmenge bei d gleich ist der Ausflussmenge bei n; in jedem Falle $A = vR^2\pi$.

Ist dieses der Fall, dann bietet die Strecke des Strömungsrohres mn von der Länge L und dem Querschnitte Q der durchströmenden Flüssigkeit offenbar denselben Widerstand dar, wie das Rohr l_{II} vom Querschnitte q im Strömungsrohre md, denn die Stücke l_{I} und l_{III} sind unverändert geblieben. Der Unterschied in dem Strömungsvorgange in den beiden Röhren md und mn ist nur der, dass in dem Rohre l_{II} die Flüssigkeit mit grösserer Geschwindigkeit strömt, als dieses im Strömungsrohre mn in L der Fall ist. Hier strömt die Flüssigkeit überall mit gleicher mittlerer Geschwindigkeit, welche in Bezug auf das Rohr md gleich derjenigen ist, die in den Abschnitten l_{I} und l_{III} herrscht.

Der Annahme entsprechend, ist nämlich die Ausflussmenge bei d

$$A = vR^2\pi$$

Demgemäss muss auch bei e die in derselben Zeit aus l_{II} in l_{II} einströmende Flüssigkeitsmenge die gleiche sein, also

$$A = xr^2\pi$$

oder

$$x = v.\frac{R^2}{r^2} = v\,\frac{Q}{q},$$

das heisst in einem Strömungsrohre, das so aus ungleichweiten Röhren zusammengesetzt ist, ist die mittlere Geschwindigkeit in den engeren Abschnitten grösser und zwar in dem von uns angeführten Falle gleich der mittleren Geschwindigkeit in den weiteren Abschnitten multiplicirt mit dem Verhältnisse des grösseren zum kleineren Querschnitte.[1]

Aus dem eben Gesagten ist einleuchtend, dass eine solche Substitution oder Reduction eines verschieden weiten durch ein gleich weites Rohr gerechtfertigt erscheint.

Es handelt sich nun darum die Länge dieses Rohres zu ermitteln.

Körner hat, um dieses zu erreichen, den Ausdruck $L = l_{II}\frac{Q}{q}$ benützt. Aus den Untersuchungen von Poiseuille[2] und Hagen[3] ist es aber ersichtlich, dass diese Formel zur Ermittlung der fraglichen Länge nicht brauchbar ist. Aus Poiseuille's Untersuchungen geht nämlich hervor, dass das in der Zeiteinheit ausfliessende Wasservolumen A ausgedrückt werden kann durch:

$$A = k\frac{r^4}{l}H,$$

worin r den Halbmesser,[4] l die Länge der Röhre, H die Trieb-

[1] Es ist selbstverständlich, dass diese Art der Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit auch auf complicirter gebaute, unverzweigte Strömungsröhren Anwendung findet, und dass man dadurch das theoretische Druckgefälle berechnen kann. Das Verhältniss der Querschnitte im Quotienten wird natürlich das umgekehrte, wenn es sich darum handelt, die Geschwindigkeit in einem weiteren Röhrenabschnitte zu berechnen.

[2] Mém. de l'Acad. des sciences. Sav. étrang. IX. 1843.

[3] Hagen, Abh. d. Berl. Akad. 1869, math. Abhandl. S. 1.

[4] Siehe Rollett, l. c. p. 203.

kraft und k eine von der Temperatur abhängige Constante bezeichnet. Es ist demnach unter der Annahme, dass letztere bei Änderung der Geschwindigkeit keine wesentliche Veränderung erleidet, für dieselbe Flüssigkeit bei derselben Treibkraft der Fall möglich, dass:

$$A = k\frac{R^4}{L}H,$$

wenn nämlich:

$$L = l\frac{R^4}{r^4}$$

oder

$$L = l\frac{Q^2}{q^2}.$$

Nachdem diese Formel aber nur für Röhren Giltigkeit hat welche den Durchmesser 0·65 Mm. nach aufwärts nicht überschreiten, so muss für den von uns betrachteten Fall, in welchem die Röhren des Schemas eine 3 bis 5 Mm. weite Lichtung haben, zu der Formel von Hagen gegriffen werden.

Hagen[1] hat auf Grund von Versuchen als besten Ausdruck zur Darstellung der Abhängigkeit der Widerstandshöhe von Durchmesser und Geschwindigkeit für die Einheit der Rohrlänge (l) folgenden Ausdruck gefunden:

$$w = a\frac{v^2}{d} + b\frac{v}{d^2},$$

worin a und b zwei von der Temperatur abhängige Constante sind und für welche wir innerhalb gewisser Grenzen annehmen dürfen, dass sie durch die Änderung der Geschwindigkeit und des Querschnittes nicht wesentlich beeinflusst werden.

Ist nun für die Einheit der Rohrlänge im Abschnitte l_{II}, Fig. 7, der Widerstand

$$W = a\frac{V^2}{d} + b\frac{V}{d^2},$$

so ist der Gesammtwiderstand in diesem Rohrstücke

$$l_{II}\left\{a\frac{V^2}{d} + b\frac{V}{d^2}\right\};$$

---

[1] Siehe Hagen, l. c. und Rollett, l. c. p. 208.

ebenso ist der Gesammtwiderstand im Rohrstücke L, wo die geringere Geschwindigkeit v und der Durchmesser D vorhanden ist, unter obiger Voraussetzung in Bezug auf a und b durch den Ausdruck

$$L \left\{ a \frac{v^2}{D} + b \frac{v}{D^2} \right\}$$

bestimmt.

Daraus ergibt sich für:

$$L = l_{II} \left\{ \frac{a \frac{V^2}{d} + b \frac{V}{d^2}}{a \frac{v^2}{D} + b \frac{v}{D^2}} \right\};$$

wenn man nun bedenkt, dass V durch $v \frac{D^2}{d^2}$ ausgedrückt werden kann, so ergibt sich aus diesem Ausdrucke nicht nur unmittelbar, dass unter Zugrundelegung der Hagen'schen Formel es gelingt, eine Reduction vorzunehmen,[1] durch welche ein Rohr von beliebigem Querschnitte und Länge durch ein anderes Rohr von anderem Querschnitte und entsprechender Länge substituirt werden kann, weil in beiden die Widerstände gleich sind, sondern dass auch L grösser wird, wenn d kleiner wird und umgekehrt.

Unter der Annahme, dass diese abgeleiteten Ausdrücke nach den bisherigen Untersuchungen über Hydraulik den thatsächlichen Verhältnissen am meisten entsprechen, findet man also die gesuchte Länge L vom Querschnitte Q, indem man $L = l_{II} \frac{W}{w}$ setzt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass W, entsprechend den früher abgeleiteten Werthen eine Function von d ist (da auch V in diesem Falle als Function von d betrachtet werden kann) und mit der Zunahme von d kleiner wird, mit dessen Abnahme aber an Grösse zunimmt.

Ist nun L (Fig. 7) die auf den Querschnitt Q reducirte Länge von l_{II}, so entspricht dem Rohre mn die Druckgefällslinie an. Es

[1] Dabei sind allerdings noch durch Experimente die Grenzen festzustellen, innerhalb welcher diese Formel noch Anspruch auf hinreichende Genauigkeit hat und auch jene Momente unberücksichtigt gelassen, welche durch plötzliche Erweiterung oder Verengerung, eine Änderung des Druckes und der Geschwindigkeit herbeiführen können.

nimmt die anfängliche Widerstandshöhe *H* successive gegen *n* zu ab entsprechend der geraden Linie *an*. Es herrscht also an dem Punkte *e'* eine Spannung, gemessen durch die Höhe *h* an dem Punkte *f* eine Spannung *k*. Die Punkte *e'* und *f* des Rohres *mn* sind aber, was die bis zu ihnen vorhandenen Widerstände anlangt, den Punkten *e* und *f* des Rohres *md* äquivalent. Es muss daher auch am Ende von l_I bei *f* der Druck den Werth *k* und am Beginne von l_{III} bei *e* den Werth *h* haben. Wenn nun aber Körner[1] sagt, „die Linie *abcd* ist also das thatsächliche Druckgefälle in der Röhre *md*", so ist dabei die Geschwindigkeitshöhe vernachlässigt.

Wenn man nämlich bedenkt, dass die Triebkraft zerlegt gedacht wird[2] in die Geschwindigkeitshöhe und Widerstandshöhe also

$$T = H + h_1,$$

wo *T* die Triebkraft, *H* die Widerstandshöhe, h_1 die Geschwindigkeitshöhe bedeutet, so muss in dem Rohrstücke l_{II}, da h_1 im Allgemeinen durch $\frac{v^2}{2g}$ ausgedrückt wird, entsprechend der hier herrschenden grösseren Geschwindigkeit auch ein grösserer Antheil der bei *f* noch vorhandenen Treibkraft zur Erzeugung von Geschwindigkeit verwendet werden, als dieses in den Rohrstücken l_I und l_{III} der Fall ist.

Die Grösse der Geschwindigkeitshöhe für l_I und l_{III} ist aber gegeben durch $\frac{v^2}{2g}$, die für l_{II} aber durch $\frac{V^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{D^4}{d^4}$.[3]

Daraus ist ersichtlich, dass in dem Rohrstücke l_{II} die Druckgefällslinie nicht durch *bc*, sondern vielmehr etwa durch *b'c'* ausgedrückt werden müsste.[4] Jedenfalls ist es aber richtig, dass für die Punkte *f* und *e*, soweit sie den Rohrstücken l_I und l_{III} angehören, unmittelbar aus der Construction sich die Höhen *k* und *h* als Werthe des Druckes im Innern ergeben. Betrachten wir nun

---

[1] L. c. p. 34.

[2] Siehe Rollett, l. c. p. 208.

[3] Weissbach: Experimhyd. 1855.

[4] Eine Thatsache, welche durch die Untersuchungen von Volkmann (Hämodynamik, Leipzig 1850) schon festgestellt ist. Siehe auch Rollett, l. c. p. 210. Über die Verhältnisse, welche an den Punkten *f* und *e* selbst herrschen, etwas auszusagen, würde zu weit führen und für die Erörterung des schematischen Versuches genügt das oben Angeführte.

Fig. 7, so ist ersichtlich, dass, wenn l_{I} den Querschnitt q hat (d dessen Durchmesser ist) und dieser Querschnitt q ändert sich in q_1 (d in d_1) auch L in L_1 verwandelt werden muss, und dadurch h in h_1 und k in k_1 übergeht. Nun ist durch Körner das Verhältniss der Druckwerthe h und h_1 und von k und k_1 leicht zu finden. Denn aus dem Dreiecke man ergibt sich:

$$h : H = l_{\text{III}} : (l_{\text{I}} + L + l_{\text{III}}), \tag{1}$$

ebenso würde aus einem anderen Dreiecke man_1 sich ableiten lassen:

$$h_1 : H = l_{\text{III}} : (l_{\text{I}} + L_1 + l_{\text{III}}) \tag{2}$$

aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich das von Körner aufgestellte Verhältniss:[1]

$$\frac{h}{h_1} = \frac{l_{\text{I}} + L_1 + l_{\text{III}}}{l_{\text{I}} + L + l_{\text{III}}}.$$

Da nun nach dem oben Gesagten $L = l_{\text{II}} \frac{W}{w}$ ist, so muss auch $L_1 = l_{\text{II}} \frac{W_1}{w}$ sein. Berücksichtigt man nun die Abhängigkeit von von W und W_1 von d oder d_1, oder, was dasselbe ist, von q und q_1, und setzt man die für L und L_1 gefundenen Werthe in den Ausdruck für $\frac{h}{h_1}$ ein, so ergibt sich unmittelbar, dass

$$\frac{h}{h_1} = \frac{l_{\text{I}} + l_{\text{II}} \left\{ \frac{a \frac{V_1^2}{d_1} + b \frac{V_1}{d_1^2}}{a \frac{v^2}{D} + b \frac{v}{D^2}} \right\} + l_{\text{III}}}{l_{\text{I}} + l_{\text{II}} \left\{ \frac{a \frac{V^2}{d} + b \frac{V}{d^2}}{\frac{v^2}{D} + b \frac{v}{D^2}} \right\} + l_{\text{III}}}$$

unter Berücksichtigung des Umstandes, dass V und V_1, welche die den Durchmessern d und d_1 entsprechenden Geschwindigkeiten in l_{II} sind, wie auf Seite 310 gezeigt wurde, durch v und dem Verhältnisse der Durchmesserquadrate ausgedrückt werden können, ergibt sich aus dieser Ableitung unmittelbar, dass die Grösse der

[1] L. c. p. 34.

mit l_{II} verbundenen (in den Klammern enthaltenen) Ausdrücke, lediglich von d und d_1 abhängig ist und zwar wird mit dem Wachsen von d_1 gegenüber d der Nenner des rechts vom Gleichheitszeichen stehenden Ausdruckes in der durch die Formel gegebenen Weise kleiner, also auch $h < h_1$, mit dem Kleinerwerden von d_1 gegenüber d wird also auch in derselben durch die Form der Function gegebene Weise $h_1 < h$ oder, was dasselbe ist, die Werthe von $\frac{W_1}{w}$ und $\frac{W}{w}$ ändern sich in der schon oben erwähnten Art (Seite 309 und 310) mit d und d_1.[1]

In ähnlicher Weise wie sich das Verhältniss der Werthe von h zu h_1 bestimmen lässt, kann man auch das von k und k_1 oder, was dasselbe ist, von $H-k$ und $H-k_1$ finden.

Es ist nämlich aus Fig. 7 ersichtlich, dass[2]

$$H : k = (l_I + L + l_{III}) : (L + l_{III}).$$

Für eine Querschnittsänderung von l_{II}, wo k in k_1 und L in L_1 übergeht, ergibt sich ferner:

$$H : k_1 = (l_I + L_1 + l_{III}) : (L_1 + l_{III}).$$

Daraus findet man:

$$H : (H-k) = (l_I + L + l_{III}) : [l_I + L + l_{III} - (L + l_{III})] \qquad 1)$$

$$H : (H-k_1) = (l_I + L_1 + l_{III}) : [l_I + L_1 + l_{III} - (L + l_{III})] \qquad 2)$$

und dann

$$\frac{H-k}{H-k_1} = \frac{l_I + L_1 + l_{III}}{l_I + L + l_{III}};$$

man gelangt also für das Verhältniss von $\frac{H-k}{H-k_1}$ zu demselben

---

[1] Einfacher und übersichtlicher gestaltet sich der Ausdruck unter Berücksichtigung der Form von w, W und W_1 in folgender Weise:

$$\frac{h}{h_1} = \frac{l_I + l_{II}\frac{W_1}{w} + l_{III}}{l_I + l_{II}\frac{W}{w} + l_{III}},$$

woraus allerdings nicht die Beziehung der Querschnittsänderung zur Änderung der Geschwindigkeit unmittelbar erschlossen werden kann.

[2] Siehe Körner, l. c. p. 34.

Ausdrucke wie früher, und würde durch Einsetzen der entsprechenden Werthe für L und L_1 zu demselben Resultate wie vorher geführt.

Das Verhältniss $\frac{H-k}{H-k_1}$ bestimmt aber, wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, auch das Verhältniss von k_1 zu k, da ja, wenn $q_1 < q$ ist, $H-k_1 < H-k$ wird, also $k_1 > k$ ist.

Die Betrachtung der Fig. 7 macht es ersichtlich, was unmittelbar aus diesen Erörterungen hervorgeht, dass nämlich in einem Strömungsrohre welches, wie das hier benützte, aus theils nachgiebigen, theils unnachgiebigen Rohrabschnitten besteht, durch Veränderung des Querschnittes des nachgiebigen Theiles Veränderungen im Druckgefälle herbeigeführt werden.

Im Allgemeinen lässt sich die Art der Veränderung folgendermassen ausdrücken:

1. Wird der Querschnitt eines Rohres durch Druck auf seine äussere Oberfläche kleiner, so nimmt der innere Druck hinter dieser Verengerung ab. Der Grad dieser Erniedrigung des Druckes ist bedingt durch den Grad der Verengerung und durch andere Umstände, welche in der theoretischen Erörterung gekennzeichnet sind, und welche sich auf die Widerstandsvermehrung beziehen.[1]

Es sinkt aber der Druck nicht nur hinter der Verengerung, sondern auch in dem Gebiete dieser selbst, wenigstens am Ende derselben, wie aus der theoretischen Erörterung unter Berücksichtigung der in dem verengerten Rohrstücke vorhandenen Geschwindigkeitshöhe hervorgeht, und woraus sich der Grad der Druckerniedrigung berechnen lässt.

2. Ebenso lässt sich aus diesen Erörterungen erschliessen, dass und in welcher Weise bei einer Erweiterung des nachgiebigen Rohrstückes unmittelbar hinter und in dem Gebiete der Erweiterung eine Erhöhung des ursprünglichen inneren Druckes stattfinden muss.[2]

---

[1] Dabei ist selbstverständlich die Triebkraft und die Natur und Temperatur der Flüssigkeit als unveränderlich angenommen.

[2] Ein Fall, der hier nicht ausführlich berücksichtigt ist, sich aber an der Hand der graphischen Darstellung und der analytischen Erörterung leicht ableiten lässt. Auch hier ist zu beachten, dass für das Gebiet der

3. Vor jeder Verengerung steigt der Druck in dem ganzen vorderen Theile der Leitung, was sich in Bezug auf die dabei massgebenden Factoren aus der graphischen Darstellung und aus der theoretischen Erörterung ergibt. Vor jeder Erweiterung sinkt der Druck in dem ganzen vorderen Theile der Leitung. Im Gebiete der Verengerung selbst kann der Druck am Beginne derselben steigen, im Gebiete der Erweiterung aber an dieser Stelle fallen. [1]

Wendet man die bisher gemachten Erörterungen zur Erklärung des schematischen Versuches an, so ist, wie schon früher erwähnt wurde, ohne Weiteres ersichtlich, dass der im Geweberohre herrschende Druck, welcher von dem im Strömungsrohre herrschenden abhängig ist, die Ursache davon wird, dass von aussen her auf die nachgiebigen Wandungen des permeablen Schlauches ein Druck ausgeübt wird. Dieser Druck bedingt durch sein fortwährendes Steigen eine Verengerung des permeablen Schlauches bei *b*, Fig. 4. Ist einmal eine Verengerung aufgetreten, so steigt der Druck im ganzen vorderen Theile der Leitung.

Jetzt ist zu berücksichtigen, wie hoch der Druck im Geweberohre ist. Dieser wird offenbar nicht sogleich jene Höhe haben können, welche die durch die Verengerung bedingte Drucksteigerung im vorderen Theile der Leitung erreicht. Desshalb ist die durch die Verengerung bedingte Drucksteigerung im Innern des Strömungsrohres die

---

Erweiterung selbst, die Druckerhöhung in Folge der Abnahme der Geschwindigkeitshöhe relativ grösser ist, als hinter derselben wo die Geschwindigkeitshöhe dieselbe geblieben ist.

[1] In Bezug auf den von Körner ausgesprochenen Satz, l. c. p. 34: „Wird der Gefässabschnitt von dem Querschnitte *q* durch Druck von aussen enger, so wächst der Druck am Anfange desselben“ sei bemerkt, dass er entsprechend der Zunahme der Geschwindigkeitshöhe nur beschränkte Giltigkeit hat, dann wenn die Aenderung des Querschnittes keine zu hochgradige ist. Ist letzteres aber der Fall, wie im schematischen Versuche, so kann es geschehen, dass der Druck am Beginne der Verengerung sogar bedeutend kleiner ist, als der früher an dieser Stelle herrschende war. Vergleiche in Bezug auf die Folge der Erweiterung auch das auf Seite 296 in Hinsicht der Einknickung des Druckgefälles Gesagte.

Ursache davon, dass jetzt wieder der innere über den äusseren Druck überwiegt und die Verengerung behoben wird und vielmehr einer, wenn auch nur kurz dauernden Erweiterung Platz macht.

Dieser Vorgang dauert aber, wie gesagt, nur einen Augenblick, da im Momente der Erweiterung der früher verengt gewesenen Stelle, auch die Drucksteigerung im vorderen Theile der Leitung verschwindet. Damit hat aber auch der Druck im Geweberohre wieder das Übergewicht über den inneren Druck bei *b* erlangt und führt neuerdings eine Verengerung herbei.

Die durch die Verengerung bedingte Druckerhöhung im vorderen Theile der Leitung bleibt aber nicht ohne Einfluss auf den im Geweberohre selbst herrschenden Druck. Dieser erleidet fortwährend eine Steigerung, so dass dadurch die Intervalle zwischen dem Auf- und Zuklappen des Darmrohres bei *b* immer kürzere werden. Ist aber einmal durch die fortwährende Drucksteigerung im Geweberohre dieser Druck schon sehr hoch geworden, so dass er nur mehr um Weniges niedriger ist, als der gleichzeitig im Inneren des Darmrohres vor der Verengerung herrschende erhöhte Druck, so hört das Auf- und Zuklappen auf, weil jetzt die Drucksteigerung im permeablen Rohre, die in Folge der Verengerung auftritt, dauernd ist, und ganz allmälig ansteigt, während sie früher plötzlich entstand und sich von der Verengerung mit geringem Widerstand im Inneren fortpflanzte, während die Druckerhöhung im Geweberohre durch den Widerstand der Wandungen des permeablen Rohres behindert, nicht so rasch erfolgen konnte.

Von dem Momente, wo bei *b* kein regelmässiges Auf- und Zuklappen mehr erfolgt, sondern Ruhe eingetreten ist, verengt sich der permeable Schlauch an dieser Stelle entsprechend dem wachsenden Gewebedrucke immer mehr und mehr, bis endlich ein völliger Verschluss eingetreten ist.[1]

---

[1] Es gelingt ganz leicht, den Versuch in der Weise einzurichten, dass überhaupt ein rhythmisch wechselndes Auf- und Zuklappen des permeablen Schlauches bei *b* niemals erfolgt, sondern dass dieses sich schon vom Anfang an ganz allmälig verengt und schliesslich nach einem einmaligen Zuklappen, zu demselben Resultate führt wie früher. Um dieses zu erreichen, ist es nöthig, das Druckgefälle sehr wenig steil zu machen, was durch Verengerung der Ausflussöffnung bewirkt werden kann. Diese Thatsache, in

Durch die bisher gemachten Erörterungen ist es, wie mir scheint, hinreichend sichergestellt, von was für Umständen es abhängt, dass in dem schematischen Versuche von Körner, dann wann das Geweberohr einen geschlossenen Hohlraum darstellt, die Strömung der Flüssigkeit behindert wird und schliesslich es zu einem Stillstande der Strombewegung kommt, unter gleichzeitiger Erhöhung des Druckes im ganzen vorderen Theile der Leitung und im Geweberohre.

Um aber das Schema den natürlichen Verhältnissen ähnlicher zu machen, muss dafür Sorge getragen werden, dass die im Geweberohre angesammelte Flüssigkeit

---

Verbindung mit dem Umstande, dass, wie ich schon früher erwähnt habe, jener Zeitpunkt, an welchem das erste Zuklappen erfolgt, nicht bei allen Versuchsanordnungen derjenige ist, in welchem der Druck im Geweberohre den inneren Mitteldruck *Dm* erreicht hat (siehe Seite 301) veranlassen mich, für das erste Auftreten einer Verengerung bei *b* und für das Zustandekommen des Auf- und Zuklappens noch andere Umstände zu berücksichtigen.

Nach den Untersuchungen Hagen's (l. c. p. 28) zeigt sich, dass bei nach abwärts gerichteter Strombahn seitlich eingesetzte U-förmige Piezometer einen negativen Druck anzeigen. Eine Erscheinung, die bekanntlich von Bunsen zur Construction der Wasserpumpe benützt wurde. Einen solchen Zug übt offenbar auch ein horizontal fliessender Flüssigkeitsstrahl auf die Flüssigkeitssäulen der in die Wand eingelassenen Piezometer aus. Sind aber die Wandtheilchen des Strömungsrohres beweglich, so werden diese selbst entsprechend der grösseren oder geringeren Geschwindigkeit eine mehr oder weniger bedeutende Verschiebung gegen die Achse des Rohres erleiden. Davon ist es abhängig, dass bei Versuchen, die so eingerichtet sind, dass die Flüssigkeit das Strömungsrohr mit grosser Geschwindigheit durchströmt, es schon zu einer Zeit bei *b* zu einem Zuklappen des Darmrohres kommt, wo der Druck im Geweberohre noch nicht den berechneten Druck im Innern des Strömungsrohres erreicht hat. Daraus ist ersichtlich, dass sowohl für die Erscheinung des Auf- und Zuklappens als auch für das erste Auftreten der Verengerung bei *b* noch die Steilheit des Druckgefälles und die Geschwindigkeit und soweit der Druck selbst mit diesen Factoren in Beziehung steht, auch die Höhe des Druckes in Betracht zu ziehen sind. Es ist auch ersichtlich, dass dieser hier erwähnte Umstand mit dazu beiträgt, dass die von Rollett, l. c. p. 201, mit h_0 bezeichnete Grösse, welche weder in der Geschwindigkeitshöhe, noch in der Widerstandshöhe enthalten ist, anscheinend verschwindet. Vergl. Müller-Pouillet, Lehrbch. d. Physik, 8. Aufl. 1877, p. 363; Mousson, Physik, 2. Aufl., 1871, 1. Bd., p. 131; Waltenhofen, Grdss. d. allg. mechan. Physik, Leipzig 1875, p. 159; Bohn, physikalische Forschg. 1878, p. 168.

abfliessen kann. Es ist einleuchtend, dass bei dem Bestehen eines solchen Abflusses aus dem Geweberohre die Möglichkeit vorhanden sein kann, dass jener Druck, bei welchem sonst ein Zuklappen des permeablen Rohres erfolgen würde, im Geweberohre überhaupt nicht zu Stande komme.

Ist dieses erreicht, dann ist das Bestehenbleiben eines continuirlichen Stromes im Strömungsrohre gesichert.

Nach dem Vorgange Körner's lässt sich diese Einrichtung des Schemas am leichtesten dadurch erreichen, dass man das Manometer des Geweberohres (M_3, Fig. 3) entsprechend verkürzt. Dann fliesst die Flüssigkeit aus diesem Manometer über.

Im Verlaufe der Versuche habe ich dem Apparate eine Einrichtung gegeben, welche gestattete, die Abflussmenge aus dem Geweberohre beliebig zu variiren und dabei die Erfahrung gemacht, dass bei ungenügendem Abflusse aus dem Geweberohre die früher erwähnten Erscheinungen in dem permeablen Rohrstücke im Allgemeinen in derselben Weise auftreten, wie wenn das Geweberohr allseitig geschlossen wäre.

Nur in Bezug auf die zeitliche Dauer zeigten sich zwischen diesen und anderen unter sonst gleichen Bedingungen aber ohne Abfluss aus dem Geweberohre angestellten Versuchen unwesentliche Unterschiede.

Sollte nämlich ein continuirliches Strömen der Flüssigkeit erfolgen, so müsste wie schon erwähnt, dafür Sorge getragen werden, dass die in einer bestimmten Zeit transsudirte Flüssigkeit auch in dieser Zeit aus dem Geweberohre abgeführt werden konnte. Soll dieses Abfliessen aus dem Geweberohre continuirlich geschehen, so müsste dafür gesorgt sein, dass nicht etwa trotz des Abzugscanales ein Steigen des Druckes im Geweberohre erfolgen kann, bis zu jener Höhe desselben, welche hinreichend ist, eine Verengerung des permeablen dünnwandigen Schlauchstückes des Strömungsrohres herbeizuführen.

Für diese Verhältnisse sind aber zwei Factore massgebend:

1. Die Widerstände in den Abflussröhrchen aus dem Geweberohre, welche die schematische Nachbildung der Anfänge des Lymphgefässsystemes bilden.

2. Der im Strömungsrohre herrschende Druck und die Steilheit des Druckgefälles.

Diesen beiden Bedingungen Rechnung tragend, konnte ich einen dem auf Seite 288 u. f beschriebenen ähnlichen Versuchsverlauf bei vorhandenem Lymphabfluss[1] herbeiführen, dadurch, dass ich entweder bei gegebenem gleichbleibendem Drucke und bei gegebenem Druckgefälle im Strömungsrohre, die Widerstände in dem Abflussrohre für die Lymphe vermehrte oder bei constanter Grösse dieser Widerstände des Lymphabflussrohres den Druck in dem Strömungsrohre und damit die Steilheit des Druckgefälles erhöhte.

Es geht also aus diesen Versuchen, die als solche mit genügendem oder ungenügendem Lymphabflusse leicht mit dem in Fig. 3 abgebildeten Apparate angestellt werden können, wenn nur bei h_4 passende Abflussröhrchen angebracht werden, die Thatsache hervor, welche Körner mit den Worten ausdrückt, dass „jede Flüssigkeitsbewegung durch eine Gefässbahn, welche eine Strecke lang mit dünnhäutigen Wandungen versehen und hier von einem geschlossenen Raume umgeben ist“ in dieser Transsudation und damit unausgesetzt eine Drucksteigerung der das dünnhäutige und permeable Rohr umgebenden Flüssigkeit bewirke.

„Diese durch Transsudation erzeugte Drucksteigerung der ausserhalb der Gefässbahn befindlichen Flüssigkeit wird entweder zum Stauungsmoment in der Bahn selbst, oder sie muss als Triebkraft Verwendung finden für abgehende Bahnen, deren Ursprung sich im Wirkungsbereiche dieser äusseren Flüssigkeit befindet.“

Es erübrigt noch, die Analogie der einzelnen Theile des Schemas mit den im menschlichen und thierischen Gefässsysteme vorhandenen Verhältnissen zu prüfen. Vor Allem ist hervorzuheben, dass das Strömungsrohr nur mit einem motorisch gelähmten Blutgefässsysteme vergleichbar ist.[2]

Das Geweberohr, welches mit Hinweglassung fester Bestandtheile ein einzelnes Organ, oder das die Gefässe umgebende

[1] Es sei gestattet, der Einfachheit wegen, die aus dem Geweberohre abfliessende Flüssigkeit, per Analogiam, als „Lymphe“ zu bezeichnen.

[2] Eine Methode, auch die vasomotorischen Einflüsse auf das Druckgefälle am Schema zu demonstriren, werde ich demnächst publiciren.

Gewebe darstellt, besitzt feste unnachgiebige Wandungen. Sowohl Körner's als auch meine eigenen Versuche haben das Resultat ergeben, dass der Verlauf der Versuche durch die Starrheit der Wandungen nicht beeinflusst wird. Es verliefen Versuche, bei denen die starren Wandungen ganz oder theilweise durch dehnbare ersetzt waren in derselben Weise, wie die früher beschriebenen. Die Wandung des Geweberohres stellt die äussere Begrenzung eines für sich abgeschlossenen Gefässbezirk dar. In unseren Durchleitungsversuchen das Integument des Thieres, bei Versuchen, die man an der Niere, Milz etc. anstellen würde, entspricht die Wandung des Geweberohres der Kapsel dieser Organe.

Was die aus dem Geweberohre abführenden Canäle betrifft, so habe ich dieselben aus Glasröhrchen dargestellt, ohne die von Körner mit voller Berechtigung aufgestellte Forderung ausser Acht zu lassen, dass man sich nur die ersten Anfänge des Lymphgefässsystemes, die Saftlücken des Gewebes und etwa noch den Beginn der Lymphcapillaren als mit mehr oder weniger festen Wandungen versehen vorstellen dürfe.

Um den Umfang dieser Arbeit nicht zu sehr auszudehnen, verweise ich für diesen Punkt, der die Anordnung, den Bau der Wandungen und die Strömungsbedingungen für die Lymphe in den Lymphgefässen betrifft, auf Körner's Arbeit[1] und erwähne hier nur so viel, dass Körner auf Grund theoretischer Erörterungen, ausser zu der durch die Thatsachen[2] bestätigten Annahme des Vorhandenseins eines Druckgefälles von der Peripherie zum Centrum im Gebiete des Lymphgefässsystemes, auch noch die Nothwendigkeit der Anwesenheit grosser Widerstände in den abführenden Lymphgefässen nachwies, wodurch die Steilheit des Druckgefälles eine sehr geringe wird, und die Strömung der Lymphe gesichert erscheint. Da die Strömungsbedingungen der Lymphe in den Lymphwegen, welche als mit dünnhäutigen Wandungen versehen angenommen werden, im Allgemeinen sich auf die bereits erörterten Gesetze zurückführen lassen, so verweise ich auf diese früher mitgetheilten theoretischen Erörterungen.

---

[1] L. c., p. 27–31.

[2] Vergl. v. Wittich, in Hermann's Hdbch. d. Physiologie 5. Bd. II. Thl., p. 343.

Nun geht aber aus diesen Betrachtungen Körner's über die Bedingungen eines continuirlichen, unbehinderten Lymphstromes in den dünnwandigen Lymphgefässen hervor, dass eben diese dünnwandige Beschaffenheit der Wandungen, ebenso wie die der Wände des permeablen Schlauches im Schema, die Ursache einer Stauung sein kann. Dann nämlich wenn der Druck der die abführenden Lymphgefässe umgebenden Gewebsflüssigkeit, grösser wird als der Druck im Innern der Lymphgefässe selbst. — Daraus ist aber wieder ersichtlich, dass die von mir, für den hier zu erörternden Fall eines gesicherten Lymphabflusses gewählte Einrichtung, welche der im Geweberohre angesammelten Flüssigkeit durch ein nicht comprimirbares Rohr abzufliessen gestattet, jedenfalls für den Abfluss bessere Bedingungen bietet, als ein häutiges und nachgiebiges Abflussrohr.

Trotz dieser günstigen, in der Wirklichkeit gar nicht vorhandenen Bedingungen des Abflusses der Lymphe aus dem Geweberohre kommt es aber doch zu jenen Stauungserscheinungen im schematischen Versuche.

Auch glaube ich, dass die thatsächlichen Verhältnisse, welche durch Versuche von Lassar,[1] Cohnheim[2] u. A. festgestellt wurden, durch diese schematische Darstellung der Beziehungen des Blutstromes zur Lympbildung und dem Abflusse der Lymphe möglichst passend nachgeahmt sind.

Aus diesen Versuchen geht nämlich hervor, dass das lymphabführende Gefässsystem, was die Menge der durch dasselbe abgeführten Lymphe betrifft, für die normalen ruhenden und thätigen Organe allerdings sufficient ist, dass vielleicht auch noch eine nicht zu hochgradige Steigerung der Lymphmenge über die Norm, ohne zu einer Schwellung der betreffenden Organe zu führen, bewältigt werden kann, dass aber bei einer pathologischen

---

1 Lassar, Virch. Archiv, LXIX.

2 Cohnheim, Allg. Pathol., I. Bd., p. 211 u. f. Vergl. auch Paschutin, Arb. a. d. phys. Anstalt zu Leipzig 1873. Absonderung d. Lymphe im Arme des Hundes. Emminghaus, ebenda, 1873. Über die Abhängigkeit der Lymphabsonderung vom Blutstrom. Lesser, Eine Methode, um grössere Lymphmengen vom Hunde zu gewinnen, ebenda. 1871.

abnormen Transsudation die Lymphabfuhr insufficient wird, und dadurch fortwährend steigende Schwellung der Organe zu Stande kommt.

Was für einen Einfluss letztere aber selbst wieder auf die Circulationsverhältnisse des Blutes ausübt, das glaube ich ist durch den schematischen Versuch in befriedigender Weise erörtert.

V. Theil.

Schlussfolgerungen.

Vergleicht man den Verlauf, der schon im III. Theile dieser Abhandlung besprochenen Versuche, welche mit Kochsalzlösung angestellt wurden, mit dem Resultate des schematischen Versuches, so zeigt sich eine auffallende Übereinstimmung nicht nur in Hinsicht der Abnahme der Ausflussmenge, sondern auch in Bezug auf den zeitlichen Verlauf der Versuche.

Auch alle übrigen Versuche stimmen in Bezug auf die wesentlichen Punkte, das sind: die Abnahme der Ausflussmenge und die durch die Zunahme des Lymphdruckes charakterisirte Entstehung des Ödems, mit dem schematischen Versuche mehr oder weniger überein, so dass wir uns berechtigt glauben, aus unseren Versuchen den Schluss ziehen zu dürfen, dass bei der Einleitung von Flüssigkeit in das Aortensystem eines Thieres unter einem constanten, dem wirklichen Aortendrucke möglichst entsprechenden Druck, die continuirliche Strömung dieser Flüssigkeit trotz des anfänglich wenigstens ungehinderten Abflusses aus den Venen nicht bestehen bleiben kann.

Die Ursache des Aufhörens eines continuirlich gleichmässigen Ausfliessens finden wir aber darin, dass eine massenhafte Transsudation der Durchleitungsflüssigkeit in das Gewebe stattfindet, welche zu einer so bedeutenden Spannung daselbst führt, dass dadurch ein Hinderniss für die Strömung aus den Capillaren in die Venen zu Stande kommt.

Die Ursache der massenhaften Transsudation liegt einerseits in der Beschaffenheit der Durchleitungsflüssigkeit selbst, andererseits in der Beschaffenheit der die

Transsudation gestattenden Gefässwände und in der Beschaffenheit jener Apparate, welche dafür zu sorgen haben, dass der Druck in diesen Partien des Gefässsystemes die Grenzen der normalen Höhe nicht übersteige; also in der Beschaffenheit der Musculatur der kleinen Arterien und ihrer Nerven.

Dass aber eine abnorm grosse Menge transsudirter Flüssigkeit vom Lymphgefässsysteme nicht schnell genug abgeführt wird, um die zu starke Spannung daselbst verhindern zu können, hat seinen Grund darin, dass wie schon erwähnt, eine Insufficienz der Abzugscanäle auftritt.

Eine Reihe von Modificationen unserer Versuche haben uns gezeigt, dass eine Übereinstimmung dieser mit von Cohnheim und Lichtheim[1] und von Lassar[2] angestellten Untersuchungen über Entzündung und entzündliches Ödem vorhanden ist. — Bei allen unseren Versuchen war nämlich das Gefässsystem ganz oder theilweise gelähmt[3] und daher rührte unserer Anschauung nach die massenhafte Transsudation. Denn wäre dieses nicht der Fall gewesen, so hätte wie bei den erwähnten Versuchen von Cohnheim und Lichtheim trotz der hydrämischen Beschaffenheit der Durchleitungsflüssigkeit nur an bestimmten Theilen des Thieres, welche ein die Transsudation leicht gestattendes Gefässsystem besitzen, ein Ödem auftreten können. Doch darauf dürfen wir kein so grosses Gewicht legen als auf den Umstand, dass jede von uns benützte Durchleitungsflüssigkeit, wenn sie nur lange genug durchgeleitet wurde, den Tod des Thieres herbeiführte, also selbst das unverdünnte Blut von fremden Thierspecies eine solche Veränderung im Gefässsysteme der Thiere herbeiführte, dass dadurch vermehrte Transsudation und Stillstand des Blutkreislaufes herbeigeführt wurde.

Insbesondere ist jene Thatsache zu berücksichtigen, die wir schon Eingangs erwähnten, dass schon an curarisirten Fröschen,[4]

---

[1] Cohnheim und Lichtheim, l. c.

[2] Lassar, l. c. p. 527.

[3] Vergl. d. Verlauf von Goldchloridversuchen mit solchen, wo die Thiere nur curarisirt waren.

[4] Die Versuche gelingen besonders gut, wenn grosse Frösche, die vorher einige Zeit hindurch reichlich gefüttert wurden, täglich durch mässige Curaredosen vergiftet werden.

welche unverletzt beobachtet werden, ein mehr oder weniger deutliches Ödem aufzutreten pflegt. Dieser Versuch scheint uns als Ergänzung der von uns angestellten Durchleitungsversuche zu beweisen, dass schon die Bewegungslosigkeit der Thiere und die durch die schwache Curarisirung etwa herbeigeführte geringfügige Lähmung der Gefässnerven hinreichen, um bei einem Thiere, das eine normale Blutmenge von normaler Beschaffenheit hat, eine Transsudation in erhöhtem Masse stattfinden zu lassen.

Alle hier angeführten Thatsachen lassen sich in dem Ergebnisse unserer Versuche zusammenfassen, dass: In einem Gefässsysteme, dessen normale vitale Eigenschaften in irgend einer Weise herabgesetzt wurden, in erster Linie Änderungen in den Strömungsbedingungen des Blutes herbeigeführt werden, welche, soweit sie die einfache Transsudation mit Ausschluss der Diffusion im Capillargebiete betreffen, auf Änderungen des Druckes und Druckgefälles in den Capillargefässen, in den kleinen Arterien und im Gebiete der Lymphbahn zurückzuführen sind.

Mit Hilfe dieser Annahme lassen sich auch eine Reihe von Erscheinungen ungezwungen erklären, die theils auf dem Gebiete der experimentellen Forschung, bei Versuchen über Entzündung, theils auf dem Gebiete der klinischen Untersuchung, bei entzündlichen und fieberhaften Krankheiten zur Beobachtung kommen.

Es ist hier nicht der Ort, näher auf diese Erscheinungen einzugehen, sondern wir wollen nur andeuten, dass, was den ersten Punkt betrifft, diese Änderung der hydraulischen Bedingung des Blutstromes als eine der Ursachen davon aufgefasst werden kann, dass gerade an den Venen zuerst die characteristische Randstellung weisser Blutkörperchen, dass gerade dort die massenhafteste Extravasation derselben, und dass dort auch zuerst Stillstand der Blutcirculation stattfindet.[1] Andererseits lassen sich an der Hand dieser Thatsachen auch Erklärungsgründe dafür

[1] Die durch Hering's (Sitzgsbr. d. Wiener Akad., LVII, 1868) und Schklarewsky's Untersuchungen (l. c.) gewonnenen Resultate werden durch die von uns aufgefundenen Thatsachen in keiner Weise alterirt, wir sehen vielmehr in unserer theoretischen Erörterung eine Bestätigung von Hering's Beobachtungen.

anführen, dass unter Turgor vitalis nicht allein der jeweilige Füllungszustand des Capillargefässsystemes, sondern auch der Füllungsgrad des Lymphgefässsystemes zu verstehen ist und dass eine Änderung dieser Füllungszustände des Blut- und Lymphsystemes in pathologischem Zustande, theils den Turgor febrilis, theils aber auch den entgegengesetzten Zustand, die welke oder schlaffe Beschaffenheit der Haut herbeiführen könne.

Wir übergeben hiermit die Resultate von Experimenten, die viele Jahre hindurch fortgesetzt wurden, den wissenschaftlichen Kritik mit dem Bewusstsein, dass noch Vieles durch experimentelle Nachweise zu stützen ist, welche wir, wie in dieser Arbeit öfter erwähnt wurde, selbst in der Folge zu veröffentlichen gedenken, glaubten aber, der wissenschaftlichen Forschung, die bisher gewonnenen Resultate jetzt schon zur Beurtheilung übergeben zu können, weil die Fortsetzung der Untersuchungen, welche auf das Gebiet physikalischer Forschung übergreift, möglicherweise lange Zeit in Anspruch nehmen könnte.

Schliesslich erfüllen wir eine angenehme Pflicht, indem wir dem Director des physiologischen Institutes, Herrn Prof. Dr. A. Rollett unseren Dank dafür auszusprechen, dass er uns in ausgedehntestem Masse die Hilfsmittel und Räumlichkeiten des Institutes zur Verfügung stellte.

Tafelerklärung.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist zu unterst als Abscisse die Zeit aufgetragen. Die einzelnen Zahlen von 0 bis 39, respective in Fig. 2; 0 bis 26, entsprechen je einem Intervall von 10 Minuten. Das kleinste ablesbare Zeittheilchen ist also eine Minute. Die Ordinaten, den abgeflossenen Flüssigkeitsmengen entsprechend, sind in Fig. 1 mit 0 bis 2500, in Fig. 2 mit 0 bis 1300 bezeichnet. Die kleinste ablesbare Menge beträgt also in Fig. 1; 5 Cc., in Fig. 2; 10 Cc. Die Ordinaten entsprechen den Zahlenwerthen gemäss, Cubikcentimetern der Durchleitungsflüssigkeit. Es gilt für beide Figuren dasselbe, was bei Fig. 2 des Textes über die Ordinaten erwähnt ist.

In Fig. 1 bedeuten die römischen Ziffern die Nummern des Versuchsprotokolles, die arabischen sind fortlaufende Nummern der Figur.

Fig. 1: 1. XXXIII 0·7% ClNa-Lösung, Druck 30 Mm. Hg.

2. und 3. XXXXV (I und II zusammengehörig) Durchleitung von ClNa-Lösung durch zwei Frösche.
I unvergiftet, II curaresirt.

4. XXXVII Blut (1 : 3 verdünnt), Druck 40 Mm. Hg.

5. VIII ClNa (0·7%), Druck 30 Mm. Hg.

6. XXII Blut (1 : 3 verdünnt), Druck 30 Mm. Hg.

7. XXIV Blut (1 : 3 nach Goldchlorid), Druck 30 Mm. Hg.

8. XXXXII Serum, Druck 42 Mm. Hg.

9. XIX Gummi (Kaninchen), Druck 66 Mm. Hg.

10. XXXIX Serum, Druck 36 Mm. Hg.

11. XV Gummi, Druck Anfangs 30, von D an 40 Mm. Hg.

12. XI Milch, Druck 30 Mm. Hg.

13. XXXVIII Blut unverdünnt, Druck 30 Mm. Hg.

14. XXXXIII ein Theil der Curve des Versuches, welche von der 70. Minute an die Curve XXXVIII sich anschmiegt Serum, Druck 30 Mm. Hg.

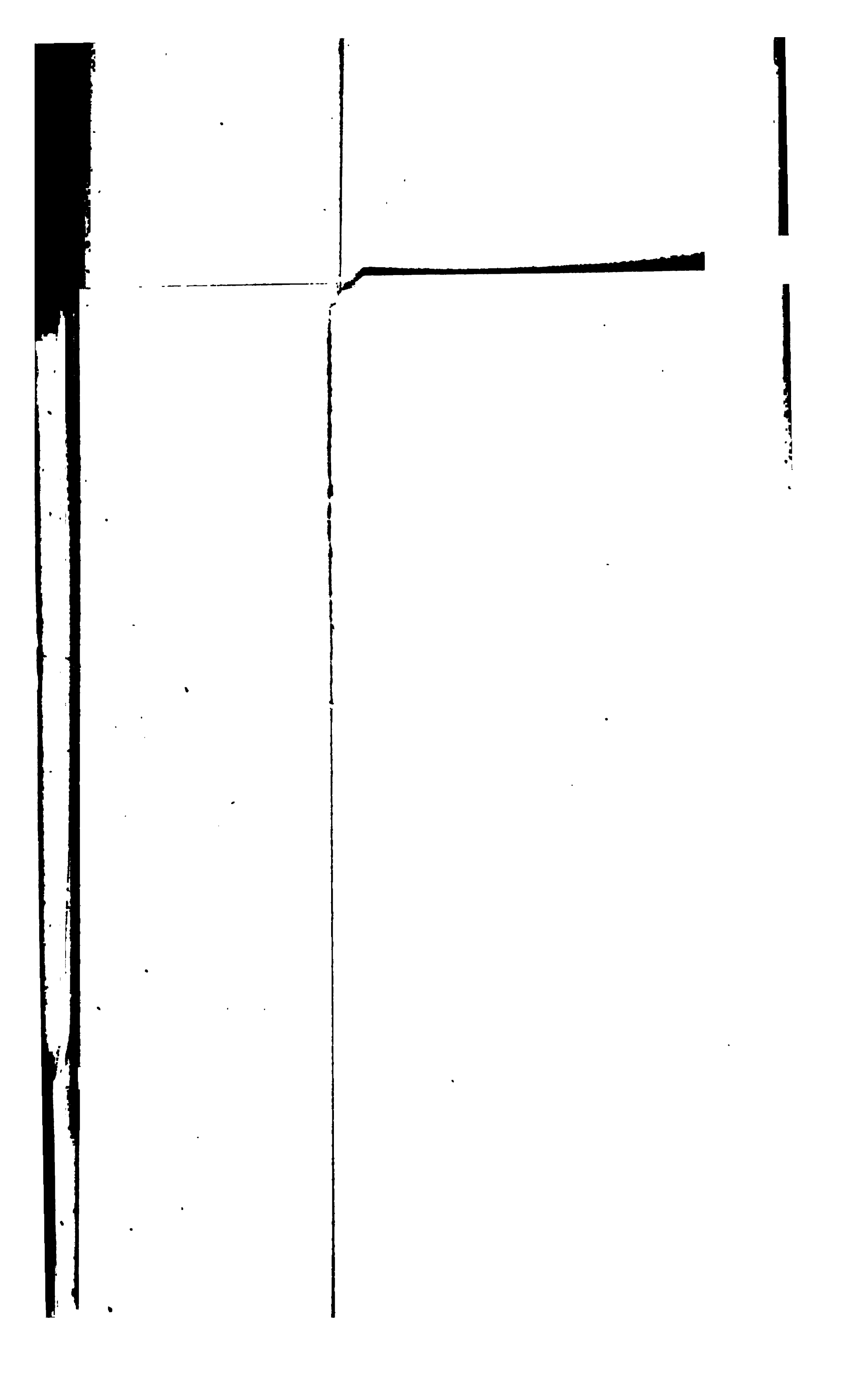
15. XXXXI Serum, Druck 30 von D an 40 Mm. Hg.

16. XXXX „ „ 20 „ „ „ 36 „ „

17. XVI Milch „ 30 „ „ „ 46 „ „

18. L Serum, unvergifteter Frosch, Druck 45 Mm. Hg.

Fig. 2: 1, 2, 3 sind die Curven der abgeflossenen Flüssigkeiten aus den Versuchen XXXV, XXXXII und XXXIX. I, II und III sind die zu denselben Versuchen gehörigen Manometerstände, der Flüssigkeiten in den in die Lymphsäcke eingebundenen Manometern.



XIX. SITZUNG VOM 21. JULI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die als Acidalbumine und Alkalialbuminate bezeichneten Eiweissderivate.“

Das c. M. Herr Oberbergrath und Vicedirector der geologischen Reichsanstalt, D. Stur übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Silur-Flora der Etage H-h_1 in Böhmen“.

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig in Wien übersendet aus seinem Laboratorium eine Abhandlung von Herrn Dr. S. Lustgarten: „Über einen aus dem Glycogen bei der Einwirkung von Salpetersäure entstehenden Salpetersäure-Ester.“

Herr Dr. Ernst Lecher übersendet eine vorläufige Mittheilung: „Über die spectrale Vertheilung der strahlenden Wärme.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die Function der Ohrmuschel bei den Raumwahrnehmungen“ und
2. „Über die Verschiedenheit der Intensität eines linear erregten Schalles in verschiedenen Richtungen“, beide Arbeiten von Herrn Dr. J. Kessel, Docent an der Universität in Graz.

Das w. M. Herr Prof. von Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten: 1. „Über eine der α-Sulfocinchoninsäure isomere Verbindung und Derivate derselben“, von Herrn Dr. H. Weidel. 2. „Über Mono- und Dinitropyren und über Amidopyren“, von Herrn Dr. G. Goldschmiedt.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über Condensationsproducte des Isobutyraldehydes" von W. Fossek.
2. „Über Chinin und Chinidin", von Zd. H. Skraup.
3. „Notiz über einige Chininverbindungen", von Zd. H. Skraup.

Ferner überreicht Herr Prof. Lieben eine von Herrn Prof. A. Freund an der technischen Hochschule in Lemberg ihm übersandte Abhandlung: „Über die Bildung und Darstellung von Trimethylenalcohol aus Glycerin" und theilt zugleich aus einem an ihn gerichteten Briefe des Herrn Prof. Freund in Lemberg eine Notiz über Trimethylen mit, für welche sich Prof. Freund die Priorität zu wahren wünscht.

Das w. M. Herr Director E. Weiss macht eine Mittheilung über den in der Nacht vom 15. auf den 16. Juli in Ann Arbour entdeckten Kometen.

Herr Dr. F. Wähner in Wien erstattet einen vorläufigen Bericht über seine im Auftrage der Akademie ausgeführten Specialbeobachtungen der jüngsten Erdbebenereignisse in Croatien und über die Bearbeitung der wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Beobachtungen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 203. Tomo XVIII. Junio 15. Habana, 1881; 8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 50e Année, 3e Série, Tome 1. Nr. 5. Bruxelles, 1881; 8°.

Academy, the American, of sciences and arts: Proceedings Vol. XVII. Boston, 1881; 8°.

— — the California of Sciences: Proceedings. San Francisco, 1881; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin. Monatsbericht, Februar 1881. Berlin, 1881; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. LXVI. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

Archivio per le scienze mediche. Vol. V, Fascicolo 1°. Torino e Roma, 1881; 8°.

Biblioteca de la Universidad central correspondiente à 1880: Memoria. Madrid, 1881; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome V. Nrs. 5 & 6.—15. Mai et 15. Juni 1881. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°.

Bonn, Universität: Akademische Schriften pro 1880. 53 Stücke, 4° & 8°.

Bureau, königl. statistisches in Berlin LIX: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1880. Berlin, 1881; gr. 4°.

Chemiker-Zeitung: Centralorgan. Jahrgang V. Nr. 28. Cöthen. 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nr. 1. Paris, 1881; 4°. — — Tables des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Second semestre 1880. Paris, 1881; 4°.

Erlangen, Universität: Akademische Schriften von 1880. 52 Stücke; 4°. & 8°.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte XIV. Jahrgang Nr. 12. Berlin, 1881; 8°.

— — naturforschende zu Leipzig: Sitzungsberichte. VI. Jahrgang 1879. Leipzig, 1880; 8°. — Nr. 1 & 2. 1880. Leipzig 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang Nr. 27 u. 28. Wien, 1881; 4°.

Grumnach, Leo Dr.: Über die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene der strahlenden Wärme in festen und flüssigen Körpern. Berlin, 1881; 8°.

Handels-Ministerium, k. k.: Statistische Nachrichten von den österreichisch-ungarischen Eisenbahnen für das Betriebsjahr 1878. Wien, 1881; fol.

Hoogeschool, Utrechtsche: Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium. 3e Reeks. VI. Afleviring I. Utrecht, 1881; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift, VI. Jahrgang, Nr. 27. u. 28. Wien, 1881; 4°.

Institute, the Anthropological of Great Britain and Ireland. The Journal. Vol. X. Nr. III. February; 1881. London; 8°.
— List of Members. London, 1881; 8°.

— Peabody of the City of Baltimore: XIVth Annual Report. June 1. 1881; 8°.

Johns Hopkins University: Fifth Annual Report 1880. Baltimore: 8°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band XXIV. Nr. 12 u. 13. Leipzig, 1881; 8°.

— the American of Sciences III. Séries. Vol. XXII. (Whole number CXXII) Nr. 127, July 1881. New. Haven; 8°.

Landbote, der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landeskultur. XIV. Jahrgang. Nr. 2—14. Graz, 1881, 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1881. 2. u. 3. Heft. Wien 1881; 8°.

Militär-Comité, technisches und administratives: Militär-statistisches Jahrbuch für das Jahr 1876. I. Theil. — Für das Jahr 1877, II. Theil. Wien, 1881; gr. 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. Ergänzungsheft Nr. 65: Berlepsch, Die Gotthard-Bahn. Gotha, 1881; 4°.

Nature. Vol. XXIV, Nrs. 608 u. 611. London, 1881; 8°.

Observatory, The: A monthly review of Astronomy. Nr. 51. 1881, July 1. London; 8°.

Pfleger, Ludwig, Dr.: Untersuchungen über das Gewicht des menschlichen Gehirns. Wien, 1881; 8°.

Reichsforstverein, österreichischer: Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. XXXI. Band. April- bis Juli-Heft. Wien, 1881; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X. Disp. 4ª e 5ª. Roma, 1881; gr. 4°.

— J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XXI. — Nuova Serie. Nrs. 3—7. Gorizia, 1881; 8°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. VIIIe Année. Tome IV. Nrs. 88—90. Amiens, 1879; 8°. — IXe Année Tome V., Nrs. 91—98. Amiens, 1880; 8°.

S o c i e t y, the royal geographical: The Journal. Volume the fiftieth. London, 1880; 8° — Proceedings and monthly Record of Geography. Vol. III. Nr. 7. July, 1881. London; 8°.

V e r e i n, entomologischer in Stockholm: Entomologisk Tidskrift 1881. Band I. 1. u. 2. Heft. Stockholm, 1881; 8°.

— der čechischen Chemiker: Listy chemické. V. Jahrgang. Nr. 5—10. Prag, 1881; 8°.

W i e n e r Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang Nr. 29 Wien, 1881; 4°.

Über die als Acidalbumine und Alkalialbuminate bezeichneten Eiweissderivate.

Von dem w. M. Alexander Rollett.

(Mit 1 Tafel und 2 Einlags-Tabellen.)

Einleitung.

Blutserum vom Ochsen, welches ich durch längere Zeit der Dialyse unterworfen hatte, wobei sich eine grosse Menge Serumglobulin aus demselben ausschied, suchte ich, nachdem es von dem ausgeschiedenen Serumglobulin vollkommen klar abfiltrirt war, wieder zu concentriren. Ich brachte es zu dem Ende in einen geschlossenen Raum und leitete einen über Schwefelsäure getrockneten Luftstrom darüber hin; nachdem das durch 24 Stunden geschehen war, sah ich die Eiweisslösung, die anfangs eine etwa 2 Ctm. dicke, über 345 □ Ctm. ausgebreitete Schichte bildete, in der Nähe des Rohres, welches den darüber streichenden Luftstrom zuführte, weiss und undurchsichtig geworden und von dieser Stelle setzte sich eine allmälig immer schwächer werdende Trübung eine Strecke weit fort, während der grösste Theil vollkommen durchsichtig gelb gefärbt erschien. Als ich nun diesen letzteren Theil vorsichtig zu entfernen suchte, war ich nicht wenig erstaunt, zu sehen, dass die ganze etwa auf das halbe Volumen reducirte Schichte eine vollkommen durchsichtige, steife Gallerte darstellte, welche sich in zusammenhängender Masse vom Glase loslösen und in Stücke schneiden liess. Diese durchsichtige Gallerte röthete intensiv blaues Lackmuspapier, mit wenig Wasser zum Kochen erhitzt, schmolz dieselbe und löste sich vollkommen auf. Die Lösung gelatinirte aber sofort wieder nach dem Erkalten, um beim neuen Erhitzen wieder zu zerfliessen und beim Erkalten wieder zu erstarren.

Es war nun klar, dass ich eine jener sauren Eiweissgallerten vor mir hatte, welche Magendie[1] zuerst aus Serumeiweiss erhielt, welche dann Lieberkühn[2] aus Hühnereiweiss und Serumeiweiss mittelst Phosphor-, Essig-, Wein- und Citronensäure darstellte und welche Johnson[3] erhielt, als er Hühnereiweiss in schwimmenden Dialysatoren über verdünnte Salpeter-, Salz-, Schwefel-, Ortho- und Metaphosphorsäure, über verdünnte Citronen-, Oxal-, Wein- und Essigsäure setzte und von welchen der letztere Autor zu erweisen suchte, dass sie feste Verbindungen des Eiweisses mit jenen Säuren darstellen, denen die nachfolgenden Formeln zugeschrieben werden könnten:

Nitrat	des Albumin	. . . . .	C_{72}	H_{112}	N_{18}	$O_{22}S$	$+ 2HNO_3$
Chlorhydrat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ 2HCl$
Sulphat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ H_2SO_4$
Orthophosphat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ 3H_3PO_4$
Metaphosphat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ HPO_3$
Citrat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ 2H_3C_6H_5O_7$
Oxalat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ H_2C_2O_4$
Tartrat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ 2H_2C_4H_4O_6$
Acetat	„ „	. . . . .	„	„	„		$+ H\,C_2H_3O_2$.

In meinem Falle hatte sich die Gallerte gebildet, weil der zu stürmisch durch die Schwefelsäure gegangene Luftstrom Schwefelsäure mechanisch mit fortgerissen und zur Eiweisslösung gebracht hatte.

Wurde die Gallerte mit sehr viel Wasser erwärmt, so löste sich dieselbe und die erhaltene opalisirende Lösung, welche beim Erkalten nicht mehr gestand, gab mit verdünnter Natronlauge genau neutralisirt einen reichlichen weissen Niederschlag eines Eiweisskörpers. Die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit liess nach Zusatz einer Lösung von $BaCl_2$ einen beträchtlichen Niederschlag von feinpulverigem, schwerem $BaSO_4$ fallen.

---

[1] Magendie, Leçons sur le sang et les alterations des liquid. etc., p. 170. Paris 1838.

[2] Lieberkühn, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1848, pag. 285.

[3] Johnson, On certain compounds of albumin with the acids. Journ. of the chemic. society N. Ser. Vol. XII, p. 734.

I. Das Verhalten concentrirter Lösungen von dialysirten Serumeiweiss zu concentrirten Mineralsäuren.

Die Bedingungen, unter welchen sich bei meinem Versuche die Gallerte aus dem Eiweiss gebildet hatte, waren so eigenthümliche, dass ich mich aufgefordert fühlte, der Bildung der Gallerte durch H_2SO_4 weiter nachzuforschen und bei dieser Gelegenheit zog ich auch das Verhalten des Eiweisses zu HCl, HNO_3 und H_3PO_4 mit in die Untersuchung. Ich beschränkte mich aber auf diese vier Mineralsäuren und will die Resultate dieser Untersuchungen hier mittheilen.

Zunächst richtete ich mich bei der Concentrirung einer neuen in Arbeit genommenen Portion des erwähnten dialysirten Blutserum so ein, dass keine H_2SO_4 aus der Vorlage zur Eiweisslösung hinübergerissen werden konnte und die Concentration rascher von Statten ging.

Die Eiweisslösung wurde in eine viereckige Flasche von 25 Ctm. Höhe mit einer Grundfläche, die 13 Ctm. lang und 10 Ctm. breit war, aufgenommen, Fig. 1 *D*. Diese Flasche wurde horizontal auf ihre breite Seitenfläche gelegt und mit einem Pfropfen verschlossen, welcher die Röhren *m* und *n* durchliess. Das äussere Ende von *n* diente zur Verbindung mit der aspirirenden Trommel eines Bunsen'schen Wassertrommelgebläses. Das äussere Ende von *m* war mit einer Reihe von Vorlagen verbunden, welche die in die Flasche eintretende Luft vorerst zu passiren hatte. Es sind das die mit Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke enthaltende Flasche *A*, die mit dieser verbundene gleiche Flasche *B*, endlich der geschlossene kupferne Wärmekasten *C*, der 68 Ctm. von der Flasche entfernt sich befand. Durch Reguliren der Flamme unter dem Wärmekasten und der Intensität des Luftstromes gelingt es leicht, wenn die Flasche *D* in Baumwolle eingehüllt wird, durch lange Zeit einen zwischen 38—40° Cels. temperirten Luftstrom über die in der Flasche befindliche Eiweisslösung hinstreichen zu lassen. Die Temperatur ist mit dem an der Röhre *m* im Innern der Flasche angebrachten Thermometer leicht zu controliren.

In dieser Vorrichtung concentrirte ich das dialysirte Serum bis zu einem specifischen Gewichte von 1·0519, welches an dem

aus der Flasche genommenen Serum, nachdem dasselbe von einer geringen Menge unlöslich ausgeschiedenen Eiweisses abfiltrirt worden war, mittelst des Picnometers bestimmt wurde. Die concentrirte Lösung gab mit wenig concentrirter Kalilauge unter fleissigem Umrühren gemischt, eine steife Gallerte von Lieberkühn'schem Kalialbuminat.

Wenn ich aber nun mit einer Portion der concentrirten Eiweisslösung in ganz analoger Weise, wie bei der Darstellung des festen Kalialbuminates verfuhr, aber statt der Kalilauge concentrirte H_2SO_4 benützte, so erhielt ich auch damit eine feste, durchsichtige Gallerte.

Genauer war die Art der Darstellung die folgende:

In eine Porzellanschale wurde die Eiweisslösung gebracht und nun langsam mittelst eines in concentrirte H_2SO_4 getauchten Glasstabes die letztere unter fortwährendem Umrühren zugesetzt. Wo der in die Säure getauchte Glasstab zuerst hintrifft, entsteht ein flockiger, weisser Niederschlag, welcher sich aber beim Umrühren wieder völlig auflöst. Fährt man so vorsichtig mit dem Säurezusatz fort, so gesteht endlich die ganze Lösung zu einer steifen Gallerte.

Ich habe hervorgehoben, dass man vorsichtig und unter fortwährendem Umrühren die Säure zusetzen muss. Beobachtet man diese Regel nicht, dann trübt sich die Lösung durch Ausscheidung von Eiweiss immer mehr und man erhält eine sehr trübe Gallerte oder eine vollständige Ausfällung des Eiweisses durch die Säure, die immer eintritt, wenn der Säurezusatz eine bestimmte Grenze überschreitet.

Die durchsichtige oder durchscheinende Gallerte, welche man bei vorsichtigem Säurezusatz erhält, röthet Lackmuspapier sehr intensiv. Erhitzt schmilzt sie nicht, oder nur schwer und theilweise. Sie schmilzt aber beim Erhitzen sehr leicht und vollständig, wenn man ihr Wasser zusetzt. Solche Lösungen erstarren dann beim Erkalten zu weniger festen Gallerten, die beim neuen Erwärmen wieder schmelzen, um beim Erkalten neuerdings zugestehen u. s. f.

Man darf aber nicht zu viel Wasser zu der ursprünglich erhaltenen Gallerte setzen, wenn man nach dem Schmelzen in heissem Wasser in der Kälte gelatinirende Lösungen erhalten

will. Mit viel Wasser bereitete Lösungen bleiben auch in der Kälte flüssig. Bringt man Gallerte, die man nach vorsichtigem Zusatz von Säure gewonnen hat und in der nicht mehr Säure enthalten ist, als eben zur Bildung der Gallerte nothwendig war, mit einer grossen Menge kalten Wassers zusammen, so quillt dieselbe an und löst sich endlich zum grössten Theile auf. Die Lösung ist opalisirend und lässt beim ruhigen Stehen einen feinen Niederschlag fallen, der aber beim Erwärmen sich sofort ebenfalls auflöst.

Die auf die eine oder andere Weise gewonnene Lösung röthet Lackmus, und lässt, wenn sie mit verdünnter Natronlauge neutralisirt wird, einen weissen, körnigen, sich beim Stehen zu Boden setzenden Niederschlag herausfallen, der im geringsten Überschuss von Natronlauge sich sofort wieder auflöst.

In ClNa ist dieser Niederschlag unlöslich. Wird er noch feucht von einem Filter, auf welchen man ihn gesammelt hat, genommen und vorsichtig mittelst eines in H_2SO_4 getauchten Glasstabes umgerührt, so wird derselbe wieder durchsichtig oder durchscheinend und man erhält auf's Neue eine Gallerte von den eben beschriebenen Eigenschaften.

Noch schöner als die beschriebenen Versuche mit concentrirtem H_2SO_4 gelingen die Versuche mit concentrirter HCl. Ich sage schöner, weil die mit HCl gebildeten Gallerten immer viel durchsichtiger und klarer bleiben, und weil sie auch in kaltem Wasser unter raschem Quellen sich ohne Rückstand auflösen, nur sind auch hier die Lösungen opalisirend. Die mit Salzsäure bereitete Gallerte schmilzt in heissem Wasser sehr leicht, und wenn man wieder mit wenig Wasser anfängt und dann mehr und mehr davon zusetzt, erhält man nach dem Erkalten steifere und weniger steife Gallerten oder nicht mehr gelatinirende Lösungen.

Auch die Lösungen der mit Salzsäure erhaltenen Gallerten geben mit verdünnter Natronlauge genau neutralisirt einen weissen, sich gut absetzenden Niederschlag, aus welchem man mittelst Salzsäure neuerdings die saure Gallerte bekommen kann.

Auch mit concentrirter HNO_3 ist es leicht, nach dem oben angegebenen Verfahren aus der Eiweisslösung eine Gallerte zu erhalten, jedoch ist bei der Anwendung der HNO_3 zu bemerken, dass der bei der ersten Berührung der Eiweisslösung und der

Säure entstehende Niederschlag sich beim Umrühren erst nach längerer Zeit, dann aber eben so vollkommen wieder auflöst, wie bei den anderen Säuren.

Es ist also besondere Vorsicht beim Zusatz der HNO_3 nothwendig, um nicht durch zu raschen Säurezusatz das ganze Eiweiss im undurchsichtigen Zustande auszufällen, was bei grösserem Säurezusatz ebenso wie bei der H_2SO_4 auch bei der HCl und HNO_3 der Fall ist.

Die Lösungen der mit HNO_3 erhaltenen Gallerten und der aus diesen Lösungen mit Natronlauge erzeugte Niederschlag zeigen dasselbe Verhalten wie die Lösungen der mit H_2SO_4 und HCl erhaltenen Gallerten und der Niederschlag aus diesen.

Wurde die Eiweisslösung in derselben Weise wie früher mit concentrirter H_2SO_4, HCl und HNO_3 mit concentrirter H_3PO_4 behandelt, so wurde dieselbe zwar deutlich dickflüssiger, ohne dass auch bei stärkerem Säurezusatz eine nicht fliessende Gallerte erhalten werden konnte. Auch sehr reichlicher Zusatz von H_3PO_4 hatte aber keine Ausfällung des Eiweisses zur Folge.

Ich will hier über das Verhalten der Eiweisslösung zur Phosphorsäure nicht mehr anführen und behalte mir vor, auf diesen Gegenstand erst später zurückzukommen.

Viele Versuche, welche ich mit dialysirtem und wieder concentrirtem Serum anstellte, dessen specifisches Gewicht sich von dem, des zu den ersten Versuchen verwendeten dialysirten Serum nur wenig unterschied, fielen ganz in derselben Weise aus, wie die eben früher beschriebenen Versuche.

II. Das Verhalten von eingedicktem Serum zu concentrirten Mineralsäuren.

Ich will nun an die im ersten Abschnitte beschriebenen Versuche einige andere Versuche anschliessen, welche ganz in derselben Weise wie jene an nicht der Dialyse unterworfenem Serum von Rinderblut angestellt wurden.

Das Serum, welches dazu diente, war entweder in derselben Weise im warmen Luftstrome concentrirt; oder es wurde verwendet, nachdem es vorher durch Ausfrieren concentrirt worden war.

Im letzteren Falle brachte ich das frische Serum in lange, dünne, cylindrische Gläser, welche in eine Frostmischung aus

Schnee und $CaCl_2$ eingestellt, und darin oftmals umgedreht wurden. Hatte sich das Serum durch Ausscheidung von Eis in einen dicken Brei verwandelt, so wurde derselbe in ein Presstuch eingeschlagen und scharf abgepresst. Das so erhaltene concentrirtere Serum derselben Procedur noch einmal und das so erhaltene wieder concentrirtere Serum abermals derselben Procedur unterworfen und s. f. Es gelingt so, sehr rasch sich eine grosse Menge von mehr oder weniger stark concentrirtem Serum zu verschaffen, in welchem die beim Concentriren in der erhöhten Temperatur zu besorgende theilweise Zersetzung völlig vermieden ist.

Es war leicht, durch wiederholtes Ausfrieren das Serum auf specifische Gewichte von 1·0520—1·0815 zu bringen, welche ich, so wie einige dazwischen liegende specifische Gewichte, an meinen Serumproben mittelst des Picnometers bestimmte. Das Concentriren des Serum im warmen Luftstrome nahm im Vergleich mit der Schnelligkeit, mit welcher man das specifische Gewicht durch Ausfrieren hinauf bringen kann, immer eine sehr lange Zeit in Anspruch, selbst wenn man nur bis an die untere Grenze der angeführten specifischen Gewichte und etwas darüber gelangen wollte.

Es ist aber aus diesen Gründen wohl zu bemerken, dass das in der Wärme concentrirte Serum bei den mitzutheilenden Versuchen im Wesentlichen ganz in derselben Weise sich verhielt, wie das in der Kälte concentrirte Serum.

Serum zwischen den oben angeführten Concentrationen ergab mit den im ersten Abschnitte angeführten Mineralsäuren: H_2SO_4, HCl, HNO_3, H_3PO_4 behandelt, so wie das dort mit dem dialysirten Serum geschah, ganz dieselben Resultate.

Es tritt aber, während man die Säuren unter Umrühren zum Serum bringt, eine Erscheinung auf, welche beim dialysirten Serum fehlt.

Das ist eine reichliche Gasentwicklung, bedingt durch die aus dem Serum ausgetriebene Kohlensäure. Will man nicht allzu reichlich Gasblasen in die Gallerten eingeschlossen erhalten, so muss man mit dem Zusatz der Säuren hier sehr allmälig vorschreiten.

Je concentrirter man das Serum verwendet, um so steifer werden die Gallerten und um so schwerer lässt sich der Einschluss von Gasblasen vermeiden.

Die steifen Gallerten fordern, um beim Erwärmen zu schmelzen, Wasserzusatz, während die weniger steifen, aus verdünnterem Serum sofort beim Erwärmen schmelzen. Im ersteren Falle darf man aber mit dem Wasserzusatz nicht zu weit gehen, wenn die purch Schmelzen der Gallerte entstandene Flüssigkeit beim Erkalten wieder erstarren soll.

Serum von den angeführten Concentrationen gibt beim Behandeln mit concentrirter Kalilauge auch Gallerten von festen Lieberkühn'schen Kalialbuminat und zwar um so steifere, je concentrirter das angewendete Serum war. Man kann durch vorausgehende Verwendung einer Probe zur Bereitung des Kalialbuminates immer ein Urtheil darüber gewinnen, ob man auch mit den Säuren eine Gallerte bekommen und von welcher ungefähren Consistenz dieselbe sein wird.

Geht man mit dem Säurezusatz weiter als zur Bildung der Gallerte nothwendig ist, so bekommt man auch hier die im ersten Abschnitte erwähnte Ausfällung des Eiweisses in Form von festen weissen Massen.

III. Das Verhalten von eingedicktem Serum bei der Diffusion gegen verdünnte Mineralsäuren.

Sowohl aus dem dialysirten, als aus dem nicht dialysirten Serum erhält man, wenn dasselbe durch Concentriren auf specifische Gewichte zwischen den im zweiten Abschnitte angegebenen Grenzen gebracht wird, nach der von Johnson [1] für das Hühnereiweiss angewendeten Methode mittelst H_2SO_4, HCl, HNO_3 und H_3PO_4 schneidbare durchsichtige oder durchscheinende Gallerten.

Ich bediente mich dazu schwimmender Dialysatoren, welche aus zwei eng in einander passenden, 3 Ctm. hohen Guttaperchaeringen bestanden. Die innere Weite des inneren Ringes betrug 6—8—10 Ctm. Zwischen diese Ringe wurde das Pergamentpapier so eingespannt, dass es einen straff gespannten Boden des Dialysators bildete, und bis zum oberen Rande der Mündung des-

[1] L. c.

selben reichte, an welchem es glatt abgeschnitten endigte. Um das Antreiben des Dialysators an die Wand des die Aussenflüssigkeit enthaltenden Gefässes und das Aufsteigen von Flüssigkeit zwischen Dialysator und Wand des äusseren Gefässes zu verhindern, lag um den Dialysator eine Reihe an einen Faden gefasster kleiner Korkstückchen. (Vergl. Fig. 2.)

In diese Dialysatoren wurde eine dünne Schichte des Serum gebracht und dann in einem weiten Gefässe einem das Volumen des Serum vielfach überwiegenden Volumen verdünnter Säure zum Diffusionsaustausche ausgesetzt.

Ich hatte mir nach einigen Vorversuchen grosse Mengen der verdünnten Säuren bereitet, die ich dann immer benützte.

Das specifische Gewicht der H_2SO_4 mittelst des Picnometers bestimmt, betrug 1·0067, jenes der HCl 1·0065, das der HNO_3 1·0066. Höher war das der H_3PO_4, welches 1·0103 betrug.

Es sind das höhere specifische Gewichte, als sie Johnson für die bei seinen Versuchen am Hühnereiweiss benützten Säuren angibt. Diese betrugen für die H_2SO_4 1·0010, für die HCl 1·0050, für die HNO_3 1·0010—1·0010. Johnson gibt nicht an, wie er diese specifischen Gewichte bestimmte und mir versagten die Versuche, wenn ich nicht bis zu den früher angeführten specifischen Gewichten ging. Für die H_3PO_4 musste ich sogar sehr viel höher gehen, wenn nicht die Bildung der Gallerte in der Regel ausbleiben sollte.

Freilich verzichtete ich und zwar aus leicht begreiflicher Scheu vor einer weiteren Complication der Versuche auf ein Mittel, welches Johnson in einigen seiner Versuche benützte, um das in Diffusionsaustausch mit der verdünnten Säure gestandene Eiweiss in eine Gallerte zu verwandeln, nämlich auf die Anwendung von Alkohol.

Durch Bestimmung des Säuregehaltes in der entstandenen Eiweissgallerte und in der nach Beendigung des Versuches verbleibenden Aussenflüssigkeit suchte Johnson zu erweisen, dass das Eiweiss ein besonderes Anziehungsvermögen auf die Säuremoleküle ausübt, was ihm mit als Stütze seiner Anschauung diente, dass es sich hier um die Entstehung einer chemischen Verbindung von Eiweiss und Säure handelt.

Die erstere Thatsache lässt sich schon dem Verlauf der Erscheinnngen entnehmen, da sich die stark saure Eiweissgallerte ohne sichtliche Vermehrung des Volumens aus der Eiweisslösung bildet, dass aber daraus der von Johnson gemachte Schluss gezogen werden kann, ist bei den vielen Möglichkeiten, welche für die Erklärung der Thatsache aufgestellt werden könnten, sehr zweifelhaft.

Wir wollen uns vorläufig an andere bei der Bildung der Gallerten zu beobachtende Thatsachen halten, bis wir später Gelegenheit finden werden, die Anschauung Johnson's noch einer eingehenderen Kritik zu unterziehen.

Man kann sich leicht überzeugen, dass die in den Dialysator gebrachte und über die Säure gesetzte Eiweisslösung nicht etwa erst dann in ganzer Masse gleichzeitig gallertig wird, wenn der Säuregehalt der Eiweisslösung auf eine bestimmte Höhe angewachsen ist.

Man sieht vielmehr, dass zuerst die unmittelbar am Pergamentpapier liegende Schicht der Eiweisslösung gallertig wird und der Process successive von unten nach oben fortschreitet. Am besten dienen zu solchen Versuchen die kleinsten Dialysatoren, da man in diesen mit wenig Materiale leicht eine grössere Zahl von Versuchen gleichzeitig beginnen und zu verschiedenen Zeiten darnach unterbrechen kann.

Es tritt also die aus der Aussenflüssigkeit aufgenommene Säure in der That sofort in Beziehung, sei es zum Eiweissmolekül durch chemische Affinität, sei es zum Eiweisspartikel durch das Quellungsvermögen desselben und schreitet die Umwandlung, welche das Eiweiss erfährt, successive von unten nach oben von Molekül zu Molekül oder von Partikel zu Partikel fort. Ob das nun dadurch geschieht, dass mit Säure nicht gesättigte Moleküle, den damit gesättigten Molekülen Säure entziehen und diese zur Aufnahme neuer Säure geeignet machen, oder ob in Säure nicht gequollene Partikel den in Säure gequollenen Partikeln Säure entziehen; oder ob dadurch, dass das Eiweiss die Säure in der einen oder andern Weise bindet, sofort jede Spur von freier Säure, welche in die Flüssigkeit gelangt, aus derselben auch wieder entfernt wird, und so diese immer wieder zur Aufnahme von freier Säure befähigt wird, und ob dieser Process mit der successive von unten

nach oben fortschreitenden Sättigung des Eiweisses sich nach und nach in immer höher liegenden Schichten vollzieht, sind Fragen, welche heute bei unserer ungenügenden Kenntniss der mechanischen Constitution von Eiweisslösungen und bei den Schwierigkeiten, welche die chemische Trennung, Reindarstellung und Analyse des Eiweisses und seiner Verbindungen bietet, wohl nicht entschieden werden können.

Aus dem gleichförmigen Aussehen und den übereinstimmenden Eigenschaften, welche die aus der Eiweisslösung gebildete Gallerte schliesslich in allen ihren Theilen darbietet, muss aber im Zusammenhange mit der Thatsache, dass die Gallerte durch ein Mehr von Säure, als zu ihrer Bildung nothwendig ist, selbst wieder verändert wird, [1] geschlossen werden, dass bei der Entstehung der Gallerten durch Diffusion von verdünnten Säuren gegen Eiweisslösungen, sich in der That ein quantitativ begrenztes Anziehungsvermögen zwischen Eiweiss und Säure kundgibt.

Diese Thatsache wird vielleicht noch besser ersichtlich aus dem folgenden Versuche, der aber seinem Wesen nach wieder nur auf die langsame Diffusion von Säure gegen Eiweisslösungen zurückführt.

Man bringe, und zwar am besten dialysirtes Serumeiweiss in Lösungen von den im Abschnitte I und II angegebenen Concentrationen in ein Uhrglas und setze vorsichtig mittelst eines Glasstabes einen Tropfen concentrirter H_2SO_4 in die Mitte der im Uhrglas enthaltenen Eiweisslösung. Es entsteht dort sofort eine weisse Fällung von Eiweiss. Lässt man aber dann die im Uhrglas enthaltene Flüssigkeit vor Erschütterung und Verdunstung geschützt stehen, so bemerkt man, dass zunächst in der Umgebung des Coagulum eine durchsichtige Gallerte sich bildet, dass beim weiteren Stehen die Eiweisslösung in immer grösserem Umkreise in diese durchsichtige Gallerte verwandelt wird, und dass schliesslich die ganze ins Uhrglas gebrachte Lösung in diese Gallerte übergegangen ist, wobei das beim Einbringen des Tropfens H_2SO_4 in der Mitte entstandene Coagulum sich ganz oder theilweise ebenfalls wieder aufgehellt haben kann.

---

[1] Vergl. Abschnitt I und II und die noch folgenden Angaben darüber.

Es wird dem Leser nicht entgehen, dass die letzterwähnte Bildung der Gallerte mit jener übereinstimmt, welche wir auch annehmen müssen für den in der Einleitung mitgetheilten Versuch, der uns als Ausgangspunkt dieser Arbeit diente.

Was die Beschaffenheit der in den Dialysatoren gebildeten Gallerten betrifft, so sind dieselben wieder um so consistenter, je concentrirter die angewendete Eiweisslösung ist. Die Zeit, welche nothwendig ist, um die ganze Eiweisslösung in eine gleichförmige Gallerte überzuführen, ist bei den verschiedenen Versuchen nicht immer dieselbe. Sie variirte bei meinen Versuchen von 3—12, selten mehr Stunden. Lässt man die gebildeten Gallerten durch 24 Stunden und länger im Dialysator über den Säuren stehen, so trüben sie sich allmälig immer mehr.

Setzt man sie, wenn sie gebildet sind und nachdem man vorher den Dialysator von aussen sorgfältig mit Wasser abgespült hat, mit dem Dialysator über destillirtes Wasser, so quellen dieselben, während zugleich Säure in das destillirte Wasser übergeht. Am stärksten quellen die über HCl und H_3PO_4 erhaltenen Gallerten und diesen schliessen sich die über HNO_3 erhaltenen an, während die über H_2SO_4 gebildeten Gallerten viel weniger quellen.

Die gequollenen Gallerten schmelzen, wenn sie aus dem Dialysator genommen und erwärmt werden, und geben beim Erkalten der Lösung neuerdings Gallerten, die beim Erwärmen wieder schmelzen u. s. f.

Stücke der Gallerten in viel destillirtes Wasser gebracht, lösen sich in demselben allmälig vollständig auf. Die Lösungen sind mehr oder weniger opalisirend. Am stärksten jene der H_2SO_4-Gallerte. Mit viel heissem Wasser behandelt, geben die Gallerten klarere, beim Erkalten nicht mehr gestehende Lösungen.

Setzt man zu den so erhaltenen Lösungen H_2SO_4 oder HCl oder HNO_3 vorsichtig zu, so entstehen vorübergehend dort, wo die Säuren hintreffen, weisse Coagula, die sich in der Flüssigkeit wieder lösen oder zertheilen. Die Lösungen werden dabei zunehmend trüber, bis endlich ein weisser Niederschlag herausfällt, der erst in einem grossen Säureüberschuss sich wieder löst. Setzt man vorsichtig H_3PO_4 zu, so werden die Lösungen ganz allmälig bis zu einer gewissen Grenze immer mehr opalisirend und von

da an wieder immer klarer, bis sie bei grossem Säureüberschuss vollkommen klar werden.

Analog diesem Verhalten der Lösungen gegen wachsende Säuremengen ist das Verhalten der Gallerten selbst, wenn man dieselben in kleine, möglichst gleich grosse, würfelförmige Stücke geschnitten, der Einwirkung steigender Säuremengen aussetzt.

Beispiele solcher Versuche sind in den zwei nachfolgenden Tabellen enthalten. Der in der ersten Tabelle enthaltene Versuch wurde angestellt mit Gallerte, die über HCl erhalten war und welche, nachdem sie einige Zeit über destillirtem Wasser gestanden hatte, in würfelförmige Stücke von circa 5 Mm. Seite geschnitten wurde. Die Würfel kamen je einer in eine Eprouvette und wurden mit 10 CC. Wasser oder Salzsäure von dem im zweiten Stabe der Tabelle angeführten Gehalt übergossen.

Damit verglichen wurde das Verhalten einer Lösung derselben Gallerte. Der Gehalt dieser Lösung wurde durch Eintrocknen über Schwefelsäure im Exsiccator und wägen zu 1·70 Gr. in 100 CC. bestimmt. Der aus der Lösung erhaltene Rückstand hatte das Ansehen von getrocknetem Eiweiss. Mit Wasser quillt derselbe stark an. Gequollen erwärmt, löst sich derselbe wieder und die Lösungen gestehen beim Erkalten. Der Rückstand hat also, was ich hier bemerken will, dieselben Eigenschaften, wie Stücke der Gallerte, welche man getrocknet hat und deren Eigenschaften ganz übereinstimmen mit jenen, welche Johnson für getrocknete aus Hühnereiweiss gewonnene Gallerten angibt.

Von der angeführten Lösung der Gallerte wurden je 5 CC. mit 5 CC. HCl von bestimmtem Gehalt gemischt, so dass der in das Gemisch gebrachte Gehalt von HCl den in dem zweiten Stab der Tabelle verzeichneten betrug.

Weiter wurde mit dem Verhalten der Würfel und der vorerwähnten Lösung, welche als Lösung I bezeichnet wird, noch das Verhalten einer Lösung II verglichen, welche aus der Lösung I durch Zusatz des gleichen Volumen Wasser erhalten wurde und von der wieder je 5 CC. durch Zusatz von 5 CC. HCl von bestimmtem Gehalt auf das entsprechende Volumen und den im Stabe 2 verzeichneten Salzsäuregehalt gebracht wurden.

Nummer des Versuches	Verhalten der Lösung II	
	zu Beginn	nach 12 Stunden
1	ebenso	ebenso
2	ebenso	ebenso
3	ebenso	ebenso
4	eine Spur stärker opalisirend	ebenso
5	merklich stärker opalisirend	ebenso
6	stark opalisirend	ebenso
7	Es fällt ein Niederschlag heraus	Niederschlag abgesetzt
8	Niederschlag	der Niederschlag zum kleinen Theile am Boden, der übrige schwimmt an der Oberfläche
9	Niederschlag	Niederschlag zum Theile abgesetzt, darüber milchige Flüssigkeit
10	stark opalisirend; wie 6 diesem ganz gleich	ebenso
11	schwach opalisirend, wie 5	ebenso
12	—	—
13	—	—
14	—	—

Zu dem in der Tabelle II zusammengestellten Versuch dienten Würfel einer über H_3PO_4 erhaltenen Gallerte, welche in 10 CC. Flüssigkeit gebracht wurden, von dem im Stabe 2 der Tabelle verzeichneten Gehalt an concentrirter H_3PO_4. Das Verhalten der Würfel bei steigendem Säuregehalt stimmt in ähnlicher Weise mit dem früher angeführten Verhalten von Lösungen bei steigend zugesetzten Phosphorsäuremengen, wie das Verhalten der Würfel und Lösungen bei den Versuchen mit den drei anderen Mineralsäuren.

Tabelle II.

Nr.	10 C. C.	Verhalten der Würfel	
		zu Beginn	nach 12 Stunden
1	H_2O	quillt und löst sich nach einiger Zeit	
2	H_2O mit $\frac{1}{80}$ conc. H_3PO_4	ebenso	
3	mit $\frac{1}{40}$ conc. H_3PO_5	ebenso	gelöst
4	mit $\frac{1}{20}$ conc. H_3PO_4	ebenso	
5	mit $\frac{1}{10}$ conc. H_3PO_4	quillt, löst sich langsam, nach 2 Stunden noch ein ungelöster Rest	Lösung stark opalisirend
6	mit $\frac{1}{2}$ conc. H_3PO_4	quillt, der Würfel in seiner Form erhalten	in trübe Stücke zerfallen, Flüssigkeit darüber noch stärker opalisirend.
7	mit $\frac{1}{2}$ conc. H_3PO_4	ebenso	gequollen, darüber klarere Flüssigkeit
8	conc. H_3PO_4	ebenso	das Volumen verkleinert, an den Rändern glasig, Flüssigkeit darüber klar.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich aber, dass die Niederschläge, welche man bei Säurezusatz aus den Lösungen der Gallerten erhält, in einer bestimmten Beziehung zu den Quellungserscheinungen stehen, welche an Stücken der festen Gallerte beobachtet werden, wenn man dieselben in verschieden concentrirte Säuren bringt. Und man kann hier derselben Vorstellung Raum geben, die Brücke [1] über die Präcipitate, welche Salze in sauren Eiweisslösungen hervorbringen, ausgesprochen hat, dass in den Lösungen der Gallerten stark aufgequollene Partikeln enthalten sind, die, wenn der Säuregehalt der Lösung über ein bestimmtes Minimum wächst und unter einem bestimmten Maximum zurückbleibt, schrumpfen, die dagegen aufquellen, wenn der Säuregehalt unter oder über einer bestimmten Grösse sich hält.

Die Thatsachen werden bei der Frage nach der Natur jener Lösungen zu berücksichtigen sein und sprechen gleich vielen anderen für die unechte Natur jener Lösungen.

Hat man den Lösungen so grosse Mengen von Säure zugesetzt, dass dieselben wieder klar geworden sind, dann bringt vorsichtiger Zusatz von Wasser wieder Fällungen oder Trübungen (bei H_3PO_4 Zusatz) hervor, die bei weiterem Wasserzusatz sich wieder auflösen.

Werden die Lösungen der Gallerten in Wasser mit verdünnter Natronlauge vorsichtig neutralisirt, so erhält man aus denselben sich gut absetzende Niederschläge, welche abfiltrirt und noch feucht vom Filter genommen, durch vorsichtigen Säurezusatz wieder in Gallerten verwandelt werden können.

Bringt man die in den flachen Dialysatoren entstandenen Gallerten, nachdem man sie vorher eine Weile über destillirtes Wasser gesetzt hat, im gequollenen Zustande in lange sackförmige Dialysatoren, so kann man denselben, während sie sich allmälig vollständig verflüssigen, durch H_2O immer mehr Säure entziehen.

Ich benutzte zu diesen Versuchen Dialysatoren aus Wurstdärmen von Pergamentpapier, welche die Form hatten, die in Figur 3 dargestellt ist. Der Darm war an seinem unteren Ende mit Bindfaden fest verschlossen, in sein oberes Ende war das Stück *F*, welches von

[1] Brücke, diese Berichte, Band XXXVII, pag. 177 u. 178. 1859.

einer weithalsigen Flasche abgesprengt worden war, eingebunden. Es konnte durch einen Korkpfropfen *k* leicht verschlossen werden. Der lange, sackförmige Dialysator wurde in einen weiten hohen Cylinder, der die Aussenflüssigkeit enthielt, hineingehangen. Es dauert auch bei oftmaligem Wechsel der Aussenflüssigkeit ziemlich lange, bis in der durch reichliche Wasseraufnahme immer mehr verdünnten Flüssigkeit im Dialysator eine Trübung auftritt; diese nimmt dann zu, die Flüssigkeit erscheint milchig, endlich sammelt sich im blinden Ende des Sackes ein weisser Niederschlag an, während die über demselben stehende Flüssigkeit vollkommen klar wird. Diese Flüssigkeit gibt dann mit Natronlauge versetzt, keine Fällung mehr. Es mussten die Versuche bis zu 4 und 6 Wochen fortgesetzt werden, um dieses Stadium zu erreichen. Der im Dialysator angesammelte Niederschlag noch feucht mit Säuren vorsichtig behandelt, gibt wieder Gallerten von denselben Eigenschaften, wie sie die ursprünglich erhaltenen Gallerten zeigen oder jene, die man durch Behandeln des mittelst Natronlauge aus den Lösungen der Gallerten gefällten Niederschlages mit Säuren erhalten kann.

IV. Das Verhalten des nicht eingedickten Blutserum gegen Säuren (Entstehung von **Magendie's** Gallerte).

Ich muss hier vorerst Einiges anführen über eine Methode, Blutserum in grösseren Mengen zu gewinnen. Es gibt deren mehrere [1] und erfreut sich für diesen Zweck besonders das Centrifugiren des Blutes eines grossen Ansehens.

Ich bin aber neuerlich auf eine sehr einfache und ergiebige Methode der Gewinnung von Blutserum aufmerksam geworden, und da das von mir benutzte Serum meist nach dieser Methode gewonnen war, so möchte ich hier die Aufmerksamkeit auf dieselbe lenken. Sie wird in den Schlachthäusern grösserer Städte benützt, um das Blutserum der Schlachtthiere für die Fabrikation von Albumin zu technischen Zwecken möglichst vollkommen auszubeuten.

---

[1] Vergl. A. Rollett: Physiologie des Blutes und der Blutbewegung in Hermann's Handbuch der Physiologie. Band IV, Theil 1, pag. 8 und 9. Leipzig, 1880.

Wer sie erfunden hat, weiss ich nicht anzugeben, sie scheint sich aber, wie das bei vielen Methoden chemischer Fabrikation der Fall ist, allmälig durch Zuthaten und Verbesserungen von vielen Seiten entwickelt zu haben.

Beschreibungen des Verfahrens, die in den Einzelnheiten etwas abweichend, in der Hauptsache übereinstimmend sind, liegen vor von Br. Richter,[1] Chr. Dollfus-Galline[2] und E. Campe,[3] und in Muspratt's[4] technischer Chemie.

Ich sah es in der Weise ausführen, dass zunächst das aus den Blutbehältern des Thieres ausfliessende Blut in flachen Tassen gesammelt wurde. In diesen liess man es zu einer festen Gallerte gerinnen, welche nach einer Stunde mit einem scharfen Messer rasch in viereckige Stücke geschnitten wurde. Diese Stücke werden dann in ein Sieb (Fig. 4 *ss*) geleert, welches auf einen flachen runden Trichter passt, durch dessen untere Öffnung luftdicht ein Röhrchen *t* in den Trichter emporragt, welches aussen mit zwei kleinen Handhaben versehen ist.

Das bei der Contraction der Blutkuchenstücke ausgepresste Serum fliesst durch das Sieb in den Trichter, auf dessen Boden sich die wenigen mit ausgetretenen Blutkörperchen ansammeln, während darüber eine mächtige Schichte klaren Serums steht, welche durch Senken des Röhrchens *t* in dasselbe überläuft und abgelassen werden kann.

In dem Grazer Schlachthause sind die Sammeltassen aus Zinkblech, 40 Ctm. lang, 40 Ctm. breit und 8 Ctm. tief. Es wird in dieselben eine etwa 4—6 Ctm. dicke Blutschicht eingelassen. Aus dieser werden, wenn sie geronnen ist, etwa 4—6 Ctm. Seite besitzende Würfel geschnitten. Das runde Sieb, auf welches diese gebracht werden und ebenso der Trichter, auf welchen das Sieb passt, sind gleichfalls aus Zinkblech und haben einen Durchmesser von 45 Ctm. Das Röhrchen *t* läuft durch eine Kautschukdichtung. Wenige Stunden nach dem Sammeln des Blutes kann man schon beträchtliche Mengen reinen Serums gewinnen. Inner-

[1] Br. Richter, Dingl. polytech. Journ. CLXXXI, p. 476. 1866.

[2] Chr. Dollfus-Galline, Bull. de la soc. chim XII, p. 500. 1869.

[3] E. Campe, Dingl. polytechn. Journ. CCIV. p. 56. 1872.

[4] Muspratt's Theoret. pract. analyt. Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. 3. Aufl. II. Bd., p. 910 u. d. f. Braunschweig, 1875.

halb 24 Stunden aber erhält man aus den 6—10 Kilo Blut, welche auf einer Tasse gesammelt waren, über 2—3 Kilo reinen klaren, reingelb gefärbten Serums.

Das Verfahren bei der Gewinnung dieses Serum ist ein sehr reinliches und findet in kalten Räumen statt. Lässt man noch Aufsicht darüber führen, dass man stets nur das frischeste Serum bekommt, so ist es am bequemsten, sich dieses Serum ins Laboratorium zu schaffen, man ist dann in der Lage, grosse Mengen frischen und reinen Serums zu verarbeiten.

Man kann aber dem beschriebenen Apparate nachgebildete Apparate [1] auch im Laboratorium aufstellen, um das Serum verschiedener Versuchsthiere sich zu verschaffen.

Mein Laboratorium ist im Besitze einer von Jahr in Gera gelieferten Centrifuge, von deren sechs Cylindern einer 200 CC. Blut fasst, die also 1200 CC. Blut gleichzeitig in Arbeit zu nehmen erlaubt, und ich verkenne nicht, dass die verhältnissmässig rasche Scheidung des Serum, welche sie ermöglicht, den Anforderungen bestimmter Versuche allein gerecht wird.

Nichts desto weniger wird jeder, welcher sich einmal des oben beschriebenen Serum-Schneideapparates bedient hat, die Vortheile, welche derselbe für eine bequeme Ausbeutung des Serums zu zahlreichen Versuchen darbietet, leicht ermessen.

Das frische Blutserum vom Rind besitzt ein mittleres spec. Gewicht von 1.0323, es reagirt alkalisch, gut bereitetes rothes Lackmuspapier wird stark gebläut. Gut bereitetes, mit Tropaeolin 000 (Kaliumsalz der Phenylamidoazobenzolsulphonsäure) getränktes Reagenzpapier, welches nach Danilevsky [2] durch lackmusbläuende Alkaliverbindungen von Eiweisskörpern nicht, wohl aber von freien und kohlensauren Alkalien verändert wird, zeigt in das Blutserum vom Rind getaucht, Übergang der Orangefarbe in schönes Carmesinroth.

[1] Aus Steingut verfertigt nach meinen Angaben Sammeltassen von 25 Ctm. Länge und Breite und 6 Ctm. tief, und Serum-Scheideapparate mit 30 Ctm. Durchmesser des Siebes; ferner Sammeltassen von 15 Ctm. Länge und Breite und 4 Ctm. tief, und Serum-Scheideapparate mit 17 Ctm. Durchmesser des Siebes Herr Franz Wudia in Graz (Griesgasse 16).

[2] Danilevsky, Über die Anwendung einiger Azofarbstoffe für physiol-chem. Zwecke. Centralbl. f. d. mediz. Wissensch. 1880, p. 929.

Die Reaction tritt nicht unmittelbar nach dem Eintauchen des Papieres auf, sondern erst, wenn das Serum das Papier gut durchtränkt hat, was eine kleine Weile dauert. Portionen solchen Serums von je 200 CC. nahm ich auf einmal zu den folgenden Versuchen in Arbeit, welche zeigen sollten, wie das Serum durch wachsenden Zusatz einer der früher angeführten Mineralsäuren (H_3PO_4, H_2SO_4, HNO_3 und HCl) seine Fähigkeit beim Kochen zu gerinnen verliert und unter welchen Bedingungen aus dem Serum die Gallerte von Magendie erhalten werden kann.

Man bemerkt nun beim vorsichtigen Zusatz der angeführten Mineralsäuren, abgesehen davon, dass H_2SO_4, HCl und HNO_3 dort, wo der Säuretropfen mit dem Glasstabe hingebracht wird, einen vorübergehenden Niederschlag erzeugen, während die H_3PO_4 das nicht thut, für jede dieser Mineralsäuren denselben Verlauf der Erscheinungen, wenn man nach dem jedesmaligem Säurezusatz eine kleine Menge des Serum zum Kochen erhitzt.

Anfangs scheiden sich weisse Hitzecoagulate aus, wie aus dem Serum ohne Säurezusatz, endlich werden die Hitzecoagulate durchscheinend. Bei etwas wenig mehr Säure sieht man dann, wenn man sehr vorsichtig erhitzt, zuerst das Serum zu einer durchsichtigen Gallerte gestehen, die sofort bei weiterem Erhitzen schmilzt. Hört man, nachdem dieselbe geschmolzen ist, zu erhitzen auf und kühlt die Flüssigkeit ab, so gesteht dieselbe sofort wieder zur Gallerte, die neuerdings erhitzt, wieder schmilzt, um beim Erkalten wieder zu gestehen.

Fährt man nun mit dem Säurezusatz über diesen Punkt hinaus vorsichtig fort, so geben nach jedem neuen Säurezusatz vorsichtig erhitze Proben eine Weile dasselbe Resultat. Anfänglich Gestehen zur Gallerte und gleich darauf Schmelzen der gebildeten Gallerte, die dann beim Erkalten wieder erscheint, um beim Erhitzen wieder zu schmelzen u. s. f.

Bei noch weiterem Säurezusatz tritt dann ein Punkt ein, wo schon bei gewöhnlicher Temperatur H_2SO_4, HCl und HNO_3 das Serum gallertig gestehen machen, während man die neuen Säuremengen unter Umrühren zusetzt. Die so gebildeten Gallerten schmelzen beim Erwärmen und geben eine beim Erkalten wieder gestehende Flüssigkeit. Nur die H_3PO_4 gibt, auch wenn sie in

grosser Menge zugesetzt wird, keine Gallerte bei gewöhnlicher Temperatur. Fährt man nun noch weiter mit dem Säurezusatz fort, so gibt eine erhitzte Probe der bei gewöhnlicher Temperatur gebildeten Gallerte wieder ein durchscheinendes und beim weiteren Erhitzen nicht mehr schmelzendes Hitzecoagulat. Setzt man dann noch weiter Säure zu, so wird das Hitzecoagulat weisser.

Endlich tritt bei noch weiterem Säurezusatz schon in der Kälte eine weisse Fällung auf. Nur die Phosphorsäure verhält sich in der letzteren Beziehung wieder abweichend, da bei ihrer Anwendung eine solche weisse Fällung nicht zu Stande kommt.

Für die Übergänge vom ersten Hitzecoagulat, zum Gestehen und Schmelzen und von diesem zum neuen Hitzecoagulat, ist es sehr zweckmässig, das Serum in zwei Portionen zu theilen und nur die eine weiter zu säuern und nachdem man von der ersten Portion eine Probe genommen und ebenso von der zweiten Portion, beide Portionen wieder zu vereinigen und nun auch von dem Gemisch eine Probe zu nehmen und diese drei Proben nach einander zu erhitzen und mit einander zu vergleichen. Man wird sich dann bald von dem geschilderten Einfluss des steigenden Säurezusatzes auf den Erfolg des Erhitzens und die Bildung der Gallerten bei gewöhnlicher Temperatur überzeugen.

Es kann also unter Anwendung aller angeführten Mineralsäuren aus Serum von gewöhnlicher Concentration eine in der Hitze schmelzende Gallerte erhalten werden und zwar bildet sich diese zuerst, wenn einmal so viel Säure zugesetzt ist, dass beim Erhitzen das Eiweiss nicht mehr gerinnt, unter dem Einflusse der erhöhten Temperatur in der Weise, dass beim vorsichtigen Erhitzen zuerst die Gallerte entsteht, die aber sofort beim weiteren Erhitzen wieder zerfliesst, um nach dem Erkalten wieder aufzutreten. Dieser Verlauf der Erscheinungen bleibt dann bis zu einem bestimmten Punkte beim weiteren Säurezusatz erhalten, über diesen hinaus wird aber die Gallerte für drei der angewendeten Säuren schon bei gewöhnlicher Temperatur während des Zusatzes der Säure gebildet.

Die mit H_2SO_4 und HNO_3 gebildeten Gallerten erscheinen bei allen diesen Versuchen in der Regel trüber, die mit HCl und H_3PO_4 gebildeten dagegen klarer.

Verfolgt man während dieser Versuche über die Wirkung successive gesteigerter Säurezusätze die Reaction auf gut bereitetes blaues Lackmuspapier, so überzeugt man sich, dass schon zu einer Zeit, wo die zugesetzte Säuremenge noch nicht hinreicht, die Bildung eines Coagulums beim Kochen zu verhindern, eine deutliche Röthung des Lackmuspapieres auftritt. Sehr entschieden geröthet wird das Lackmuspapier von jenem Serum, welches eben so viel Säure enthält, dass beim vorsichtigen Erwärmen die Gallerte entsteht, die beim weiteren Erhitzen sofort wieder schmilzt, und, wie zu erwarten, wird von da an für die weiteren Säurezusätze die Reaction auf Lackmuspapier immer intensiver.

Unter den Eiweiskörpern, welche bei gewöhnlicher Temperatur Mineralsäuren binden, führt A. Danilevsky [1] auf Grund seiner Versuche mit Tropaeolin OO (Oxynaphtylazophenylsulphonsäure) auch die Acidalbumine an. Von dem Albumin aber führt er an, dass es bei gewöhnlicher Temperatur Mineralsäure nicht bindet, jedoch beim Erhitzen mit verdünnten Mineralsäuren in einen säurebindenden Eiweisskörper übergeht.

Wir haben es bei der Bildung unserer Gallerten, wie in den Abschnitten I, II und III durch die Eigenschaften des aus den Lösungen der Gallerten mittelst Natronlauge ausgefällten Körpers schon gezeigt worden ist, mit dem Entstehen von Acidalbumin zu thun und bei den in diesem Abschnitte mitgetheilten Versuchen ist, wie noch später gezeigt werden soll, dasselbe der Fall.

Es interessirte mich darum, mit Rücksicht auf Danilevsky's Angaben über lackmusröthende, aber auf Tropaeolin OO nicht reagirende Säureverbindungen von Eiweisskörpern, die in diesem Abschnitte mitgetheilten Versuche über die Wirkung allmälig gesteigerten Säurezusatzes auf das Serum auch mit parallel gehenden Reactionen auf Tropaeolin OO zu verbinden.

Ich habe meine Tropaeoline von Trommsdorff in Erfurt bezogen, der mir darüber schrieb, dass die Präparate aus einer Fabrik in England stammen, in welcher Witt der Erfinder der Tropaeoline als Leiter fungirt.

---

[1] L. c. pag. 931.

Ich überzeugte mich sehr bald, dass die Tropaeolinreaction auf Säuren am empfindlichsten ausfällt, wenn man eine alkoholische Tropaeolinlösung auf weisser Porzellanfläche auftrocknet und die zu untersuchende Flüssigkeit auf den so erhaltenen leichten Tropaeolinüberzug der Porzellanfläche setzt, wie das auch Danilevsky angibt.

Um für die vielen Reactionen, die ich nacheinander immer vorzunehmen hatte, stets gerüstet zu sein, benützte ich einen Satz von Schalen, wie ihn die Maler zum Anreiben der Aquarellfarben brauchen und überzog alle diese Schalen mit Tropaeolin 00.

Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure führt Danilevsky unter jenen Säuren an, welche Tropaeolin 00 sofort zersetzen und seine gelbe Farbe in Lila bis Schwarz überführen.

Man wird sich aber leicht überzeugen, dass die genannten Säuren diese Reaction erst bei einem gewissen, allerdings schon sehr niederen Concentrationszustande hervorbringen. In äusserst hohen Verdünnungsgraden, bei welchen sie aber durch sehr empfindliches Lackmuspapier oder Liebreich'sche Täfelchen noch sehr gut wahrnehmbar sind, tritt bei der Berührung mit Tropaeolin 00 noch keine Lilafärbung, sondern nur eine Röthung auf, was die erste wahrnehmbare Spur der Tropaeolin-Säurereaction ist.

Nachdem ich mich durch eine ganze Reihe von Vorversuchen und Prüfungen davon überzeugt hatte, ging ich auch bei der Beurtheilung, ob eine Reaction auf Tropaeolin 00 stattgefunden habe oder nicht, immer von dieser zuerst wahrnehmbaren Röthung aus. Ich muss aber bemerken, dass äusserste Verdünnungsgrade der genannten Mineralsäuren, die ich durch Lackmus noch angezeigt erhielt, auf Tropaeolin 00 überhaupt nicht mehr einwirkten. Die Empfindlichkeit der Tropaeolinreaction auf freie Säuren steht also jener des Lackmus etwas nach, ist aber noch immerhin eine sehr grosse.

Nachdem ich das vorausgeschickt habe, kann ich nun das, was ich über die Tropaeolinreactionen des successive mit mehr und mehr Säure versetzten Blutserum erfahren habe, in dem Folgenden zusammenfassen.

Ist dem Serum HCl, HNO_3 oder H_3PO_4 bis zu dem Grade zugesetzt, dass dasselbe beim Erhitzen eben gallertig gesteht,

um unmittelbar darauf zu schmelzen und beim Erkalten wieder zu gestehen, so zeigt dasselbe noch keine Reaction auf Tropaeolin 00. Bringt man die Gallerte selbst oder einen Tropfen der warmen Lösung derselben auf Tropaeolin 00, so hat sich nichts in Bezug auf die Reaction geändert.

Ein vorsichtiger weiterer Säurezusatz zum Serum macht aber dann, dass die erste Spur einer Reaction auf Tropaeolin 00 sichtbar wird.

Während nun bei weiterem Zusatz von Säure zum Serum dasselbe beim Erhitzen dieselben Erscheinungen darbietet, nämlich: Gestehen zur Gallerte, die gleich darauf schmilzt, um beim Erkalten der Flüssigkeit wieder zu erscheinen, wird die Tropaeolinreaction immer intensiver. Sie zeigt also bei dem Säurezusatz, welcher das Entstehen der Gallerte bei gewöhnlicher Temperatur sofort zur Folge hat, schon einen grossen Überschuss von freier Säure an. Auch bei diesen Versuchen ändert das Erhitzen die unmittelbar nach dem Säurezusatz zum Serum zu beobachtende Tropaeolinreaction nicht mehr ab.

Bei dem Säurezusatz, welcher bewirkt, dass beim Erhitzen die Gallerte eben gebildet wird, bei welcher aber noch keine Tropaeolinreaction wahrgenommen werden kann, röthet das Serum, die Gallerte oder deren Lösung schon sehr intensiv Lackmus.

Die Schwefelsäure verhält sich etwas anders. Sie hindert die Ausscheidung eines Hitzecoagulates aus dem Serum und führt zur ersten Bildung der Gallerte erst, wenn sie bis zu einem Grade zugesetzt ist, bei welchem schon eine deutliche Reaction des Serum auf Tropaeolin 00 wahrgenommen wird.

Ich muss an dieses Verhalten der H_2SO_4 noch eine Reihe von Versuchen über die Entstehung der Gallerten unter dem Einfluss aller benützten Mineralsäuren bei gewöhnlicher Temperatur anschliessen, die ich früher unerwähnt gelassen habe, die aber ein besonderes Interesse in Anspruch nehmen. Sie beziehen sich auf Serum mit Säurezusätzen, welche zwischen dem Säurezusatz liegen, der eben beim Erhitzen die Bildung der Gallerte bewirkt und jenem Säurezusatz, welcher bei Anwendung von HCl, HNO_3 und H_2SO_4 sofortiges Entstehen der Gallerte bei gewöhnlicher Temperatur bewirkt, oder einem entsprechend hohen Phosphorsäurezusatz.

Stellt man also angesäuertes Serum im verschlossenen Glase bei gewöhnlicher Temperatur bei Seite, so beobachtet man den Eintritt einer langsam fortschreitenden gallertigen Gerinnung des Serum. Dasselbe wird immer dickflüssiger und schliesslich wird es zu einer Gallerte, von derselben Festigkeit, wie die jener, welche man beim Erhitzen oder bei hohem Säurezusatz erhält.

Ich sah in solchem mit bestimmten Säurezusätzen bei gewöhnlicher Temperatur hingestelltem Serum nach 6, 8, 12, 24, 36, 48, 60, 72 Stunden, ja erst nach mehreren oder vielen Tagen die Gallerte langsam entstehen. Die Zeit, welche für diese Bildung der Gallerte bei gewöhnlicher Temperatur nothwendig ist, wird bei demselben Serum um so kürzer, je höher der Säurezusatz ist. Für die Phosphorsäure kann sie aber auch durch sehr starken Zusatz nicht so, wie das für die H_2SO_4, HCl und HNO_3 der Fall ist, auf wenige Stunden reducirt worden, sondern sie ist hier immer verhältnissmässig sehr lang und Tage umfassend.

Die Versuche, welche ich hier erwähnt habe, gelingen so leicht und man kann bei denselben, wie ich es oft gethan habe, mehrere Liter Blutserum auf einmal zur protrahirten Bildung einer steifen Gallerte veranlassen, dass ich es unterlasse, detaillirtere Angaben über die zahlreichen Einzelversuche zu machen.

Es handelt sich dabei um eine allmälige Umsetzung des Eiweisses in die Säuremodification. Erhitzt man das in der langsamen Umwandlung zur Gallerte befindliche Serum, so erhält man beim vorsichtigen Anwärmen sofort Gestehen zur Gallerte, die beim weiteren Erhitzen schmiltzt, um nach dem Erkalten wieder aufzutreten. Das Auftreten der Gallerte ist das äussere Zeichen für die unter dem Einfluss der Säure erfolgte Umwandlung des Eiweisses.

Wenn man Serum mit so viel Säure versetzt hat, dass es beim Erhitzen eben eine Gallerte bildet und man neutralisirt eine Portion dieses Serum, ehe man dasselbe noch erhitzt hat, mit verdünnter Natronlauge sogleich wieder zurück, so scheidet sich dabei kein Niederschlag aus. Die Flüssigkeit gerinnt aber dann beim Kochen und scheidet ein sehr massiges Coagulum aus.

Neutralisirt man dagegen, nachdem man das Serum zum Kochen erhitzt und die Gallerte sich gebildet hat, eine mit der eben hinreichenden Menge Wassers erhaltene Lösung der Gallerte

mit verdünnter Natronlauge, so fällt ein sich zu Flocken sammelnder und gut absetzender Niederschlag von modificirtem Eiweiss aus der Flüssigkeit heraus.

Solche Neutralisirungen mit Natronlauge vorgenommen an mit Säure versetztem Serum, welches in langsamer Umwandlung zur Gallerte begriffen ist, ergeben aber, dass, so lange dasselbe dünnflüssig ist, kein oder nur ein geringer Niederschlag beim Neutralisiren erhalten wird, dagegen gibt die vom Neutralisationspräcipitat abfiltrirte Flüssigkeit dann ein reichliches Coagulum beim Kochen. Je dickflüssiger das Serum geworden ist, desto reichlicher wird das Neutralisationspräcipitat, desto geringer anderseits das Hitzecoagulat des Filtrates vom Neutralisationspräcipitat, bis schliesslich nach der Bildung der steifen Gallerte ein sehr reichliches Neutralisationspräcipitat aber nur ein verschwindend kleines Hitzecoagulat im Filtrat vom Neutralisationspräcipitat vorgefunden wird.

Bei diesen Versuchen bin ich auf eine Thatsache gestossen, für welche ich noch keine Erklärung zu geben im Stande bin, die weiter untersucht werden muss, die ich aber hier anführen will. Wenn ich einmal steif gallertig gewordenes Serum in diesem Zustande sehr lange sich selbst überliess und dann nach einiger Zeit wieder eine Portion der Gallerte in der eben genügenden Menge warmen Wassers löste und die erhaltene Lösung mit Natronlauge neutralisirte, so erhielt ich wieder das reichliche Neutralisationspräcipitat, die von demselben abfiltrirte Flüssigkeit gab aber auch jetzt noch einen geringen Niederschlag beim Kochen. Es war das nicht nur bei den in der Kälte gebildeten Gallerten der Fall, sondern auch bei den mit überschüssiger Säure und durch Erhitzen sofort gebildeten Gallerten. Auch bei diesem gibt das Filtrat vom Neutralisationspräcipitat noch geringe Eiweissausscheidungen beim Kochen und ich muss hinzufügen, dass auch für die im I., II. und III. Abschnitte beschriebenen Gallerten dasselbe gilt. Es entgeht also ein kleiner Theil des Serumeiweisses auch beim Vorhandensein von überschüssiger Säure und was noch merkwürdiger ist, auch nach Anwendung der Kochhitze der Modification durch die Säuren. Da sich aber dieser Theil aus der sauren Lösung bei der Kochhitze nicht ausscheidet, sondern erst nach dem Neutralisiren der sauren Lösung

beim Kochen gerinnt, so muss man annehmen, dass derselbe ohne die Eigenschaften des in Wasser löslichen und durch Hitze coagulirenden Eiweisses einzubüssen, durch die Gegenwart von Säuren oder von lackmusröthenden Eiweisskörper-Säureverbindungen doch vor der Coagulation beim Kochen bewahrt wird.

Verwendet man zu Versuchen, wie sie in diesem Abschnitte mit frischem Blutserum angestellt wurden, anstatt des letzteren ein Serum, welches durch 4 Wochen unter oftmaligem Wechsel der Aussenflüssigkeit der Dialyse mittelst Wasser unterworfen war und einen grossen Theil des Serumglobulin ausgeschieden hat, nachdem man dasselbe vorerst wieder auf ein dem specifischen Gewichte des frischen Serum nahekommendes spec. Gewicht gebracht hat, so ergeben die Versuche ganz ähnliche Resultate wie die früheren. Man muss nur dabei für die erste Bildung der Gallerte bei erhöhter Temperatur auch mit dem Zusatz von HCl, HNO_3 und H_3PO_4 bis zur ersten Spur wahrnehmbarer Reaction auf Tropaeolin 00 gehen.

Mit dialysirtem Serum, welches nicht wieder concentrirt wurde und ein specifisches Gewicht von nur 1·0123—1·0145 hat, erhält man mit Säuren keine Gallerten mehr weder bei erhöhter noch bei gewöhnlicher Temperatur. Beim vorsichtigen successiven Säurezusatz bemerkt man das Auftreten einer im geringsten Mehr von Säure wieder löslichen Trübung von ausgeschiedenem Globulin. Soll das mit Säure versetzte Serum beim Kochen klar bleiben, so muss, es gilt das für alle angewendeten Mineralsäuren in gleicher Weise Säure bis zu der Grenze zugesetzt sein, wo die erste Spur der Reaction auf Tropaeolin 00 auftritt. Bei diesem Säurezusatz röthet das Serum Lackmus schon sehr intensiv.

Über diese Grenze hinaus zugesetzte Säure bewirkt anfänglich keine auffallende Änderung der Erscheinungen, endlich tritt bei noch mehr Säure zunehmende Trübung und endlich Fällung und Beschleunigung derselben beim Erwärmen auf. Nur die Phosphorsäure macht in letzterer Beziehung wieder eine Ausnahme, da sie keine Fällung bewirkt.

Nicht dialysirtes, mit dem 5—10fachen Wasser verdünntes Serum verhält sich ganz ähnlich wie das dialysirte Serum, nur ist der vorübergehend auftretende Niederschlag von Serumglobulin in diesem Falle ein viel reichlicherer.

Dass der bei der vorsichtigen Ansäuerung des stark mit Wasser verdünnten Serum auftretende Niederschlag aus Serumglobulin besteht, ist leicht zu constatiren, wenn man eine grössere Menge Serum in Arbeit nimmt, nur eben so viel Säure zusetzt, als zum Abscheiden jenes Niederschlages nothwendig ist, den Niederschlag abfiltrirt und seine Eigenschaften untersucht. Man wird sich von der Löslichkeit des Niederschlages in ClNa-Lösung, von der Gerinnbarkeit dieser Lösung beim Kochen, von der Fällbarkeit des in ihr enthaltenen Eiweisskörpers durch Zusatz von Wasser und schwache Ansäuerung, von dem Ausfallen des Eiweisskörpers bei der Dialyse der mittelst ClNa erzeugten Lösung überzeugen.

Die Versuche mit dem verdünnten Serum sind also in zwei Beziehungen bemerkenswerth, einmal weil sie uns zeigen, dass für die Bildung der Gallerte aus dem Serum eine gewisse Concentration desselben nothwendig ist, unter welcher die Bildung der Gallerte ausbleibt, ferner weil sie uns auf das Verhalten des Serumglobulin bei der Bildung der Gallerten aus concentrirterem Serum ein Streiflicht werfen.

Bei der successive steigenden Ansäuerung des concentrirteren Serum und bei den verschiedenen Arten der Bildung der Gallerten, wie sie in den Abschnitten I, II, III und IV mitgetheilt wurden, sind wir niemals auf Globulinniederschläge gestossen. Dasselbe ist vor und nach dem Säurezusatz im Serum gelöst. In den Gallerten ist es, wie sein Verhalten bei der steigenden Ansäuerung des verdünnten Serum zeigt, wahrscheinlich in einem durch Säure modificirten Zustande mit eingeschlossen.

Dass das Serumalbumin an sich Gallerten, wie sie unter dem Einflusse von Säuren aus dem Blutserum entstehen, zu bilden vermag, ist uns durch unsere zahlreichen Versuche mit dialysirtem Serum schon sehr gut ersichtlich geworden.

Völlig frei von Serumglobulin ist zwar das dialysirte Serum, wie man aus den Untersuchungen von Hammarsten[1] weiss und wie wir uns selbst überzeugten, nicht, aber die Menge des im

---

[1] Über das Paraglobulin. Pflüger's Archiv, Band XVII. pag. 413, 1878.

dialysirten Serum enthaltenen Serumglobulin ist eine so geringe, dass sie für die Bildung der Gallerte wohl nicht mehr in Betracht kommen kann.

Anders verhält es sich beim nicht dialysirten Serum. Durch die Ausfällung des Serumglobulin aus Rinderblutserum mittelst $MgSO_4$ in Substanz hat Hammarsten [1] in 100 CC. einen mittleren Gehalt desselben von 4·169 Grm. Serumglobulin nachgewiesen, während der Gehalt desselben an Serumalbumin 3·3299 betrug, eine Angabe, welche durch die von Fredericq [2] vorgenommene optische Bestimmung der zwei Substanzen im Serum des Ochsen ihre Bestätigung erfuhr.

Fredericq [3] fand in 100 CC. dieses Serum einmal 3·579, ein zweitesmal 5·790 Grm. Serumglobulin neben 3·828 und 2·700 Grm. Serumalbumin.

Um diese beiden Substanzen getrennt von einander zu erhalten, benutzte ich, wie Hammarsten und Fredericq die Ausfällung des Serumglobulin mittelst Eintragen von fein gepulverter $MgSO_4$ in das Serum bis zur Sättigung.

Das Filtrat von dem Serumglobulinniederschlag wollte ich aber zur Gewinnung einer serumgrobulinfreien Serumalbuminlösung so verarbeiten, wie das Fredericq, wie es scheint, mit Serum aus Pferdeblut allein gethan hat, nämlich nach der Methode der successiven Coagulation durch die Wärme.

Ich konnte aber beim vorsichtigen Erwärmen der mit $MgSO_4$ gesättigten Flüssigkeit aus dem Blutserum vom Ochsen weder bei 40° noch auch wenn ich bis 55° erwärmte, eine Coagulation bekommen. Es trat vielmehr immer erst bei viel höheren Temperaturen ein in Wasser nicht mehr lösliches Coagulum auf.

Nach vielen vergeblichen Versuchen aus dem mit $MgSO_4$ gesättigten Blutserum vom Ochsen ein bei 40° sich abscheidendes und in Wasser wieder lösliches Coagulum zu gewinnen, stand ich von diesem Verfahren ab und verarbeitete das Filtrat von dem durch Sättigung mit $MgSO_4$ ausgeschiedenen Serum-

[1] L. c. p. 459.

[2] Fredericq, Recherches sur les substances albuminoid. du serum sanguin. Archives de Biologie p. van Beneden et van Bambecke Vol. I, p. 457, 1880.

[3] L. c. pag. 473.

globulin in anderer Weise. Ich concentrirte dasselbe bei 40° ein wenig, so dass sich beim Erkalten eine grosse Menge von $MgSO_4$ ausschied und presste dann die Mutterlauge, welche das Serumalbumin enthielt, unter einer starken Presse scharf ab, dieselbe Procedur wurde darauf mit der so erhaltenen Flüssigkeit mehreremale wiederholt, bis ich zuletzt eine sehr dicke, viel Eiweiss enthaltende Mutterlauge erhielt.

Diese dicke Lösung unterwarf ich zur Entfernung des $MgSO_4$ der Dialyse in den früher angeführten sackförmigen Dialysatoren. Sie zog sehr viel Wasser an und man brachte es nach raschem und oftmaligem Wechsel der Aussenflüssigkeit bald dahin, dass mittelst $BaCl_2$ in der letzteren keine $MgSO_4$ mehr nachweisbar war.

Die so von $MgSO_4$ gereinigte Serumalbuminlösung wurde dann wieder concentrirt, bis zu specifischen Gewichten von 1·0301—1·0567. Diese Lösungen reagirten neutral oder schwach alkalisch und bildeten bei successivem Säurezusatz bei erhöhter und gewöhnlicher Temperatur und die concentrirteren in den schwimmenden Dialysatoren Gallerten ganz in derselben Weise wie das einfach bis zur möglichst vollständigen Abscheidung des Serumglobulin dialysirte und wieder concentrirte Serum.

Das durch Sättigung des Serum mit $MgSO_4$ ausgeschiedene Serumglobulin wurde auf einem Filter gesammelt und mit gesättigter Lösung von $MgSO_4$ gewaschen. Dann presste ich es, nachdem die Flüssigkeit vom Filter möglichst gut abgetropft war, mit dem Filter, auf welchen es gesammelt wurde, zwischen mehrfachen Lagen von Filtrirpapier ab, löste es vom Papier und brachte es in destillirtes Wasser, in welchem es sich leicht auflöste. Die Lösung war stark opalisirend. Durch Säuren wurde sie sofort gefällt und der Niederschlag löste sich auch in einem grossen Säureüberschuss nicht wieder auf.

Es war also in dieser Lösung ein so hoher Salzgehalt, dass ich sie zu ähnlichen Versuchen wie die Eiweisslösungen nicht brauchen konnte.

Ich unterwarf sie darum der Dialyse und schied so das Serumglobulin aus derselben wieder aus. Wurde das ausgeschiedene Serumglobulin auf einem Filter gesammelt, noch feucht von demselben genommen und mittelst eines in H_2SO_4, HCl, HNO_3 oder H_3PO_4 getauchten Glasstabes verrührt, so nahm der Nieder-

schlag ein durchscheinendes, gequollenes Aussehen an. Die auf diese Weise in sehr wenig Säure gequollene Masse erscheint noch sehr trübe, beim Erhitzen erweicht sie etwas und erhält sich auch nach dem Erkalten in diesem Zustande. Vertheilt man dagegen das Serumglobulin in Wasser und setzt vorsichtig die Säuren hinzu, so löst sich der körnige Niederschlag auf. Je mehr Serumglobulin man relativ zum Wasser nimmt, desto trüber bleiben aber die Lösungen. Hat man nur ein Wenig Serumglobulin zu viel Wasser gebracht, so löst sich dasselbe nach Zufügen einer Spur von Säure fast vollkommen klar auf.

Hat man sich nun eine Reihe von solchen Suspensionen von Serumglobulin in Wasser gemacht, mit wechselndem Gehalt an Serumglobulin und fügt von einer der Mineralsäuren zu Portionen derselben vorsichtig so viel Säure als zur Lösung des körnigen Niederschlages nothwendig ist, erhitzt dann zum Kochen und lässt wieder erkalten, so erhält man um so trübere und steifere Gallerten, je mehr Serumglobulin in der Flüssigkeit enthalten war, bei geringem Gehalt wird die Flüssigkeit beim Erkalten nur dickflüssig und bei noch geringerem Gehalte bleibt das Gelatiniren vollständig aus. Die erhaltenen Gallerten schmelzen, von neuem erwärmt, wieder, um beim Erkalten abermals zu gestehen u. s. f.

Man kann nun auch in der früher erwähnten serumglobulinfreien Serumalbuminlösung das Serumglobulin suspendiren und durch Zufügen von Säure Lösung desselben bewirken. In den beim Erhitzen und wieder Erkalten erhaltenen Gallerten verräth sich dann durch zunehmende Trübung und Steifigkeit die Anwesenheit der vom Serumglobulin gebildeten Gallerte.

Durch Auflösen des Serumglobulin in sehr verdünnten ClNa-lösungen konnte ich mir Serumglobulinlösungen verschaffen, welche beim allmäligen Zufügen von Säuren nicht gefällt wurden, in denen also das Serumglobulin ein ähnliches Verhalten zeigte, wie im unverdünnten oder concentrirten Serum. Diese Lösungen nahmen aber keine so grosse Serumglobulinmenge auf als nothwendig gewesen wäre, um sei es bei erhöhter oder gewöhnlicher Temperatur Gallerten zu bilden. Ging ich mit der Concentration der zur Lösung des Serumglobulin angewendeten Salzlösung höher, dann konnte ich mehr Serumglobulin in der-

selben auflösen; es traten aber dann beim Hinzufügen von Säuren auch die selbst in grossen Säureüberschüssen schwerlöslichen Niederschläge auf. Den Zustand und die quantitativen Verhältnisse, in welchen das Serumglobulin im Serum gelöst ist, an reinen Serumglobulinlösungen nachzuahmen und aus solchen Lösungen Gallerten zu bilden, ist mir bis jetzt nicht gelungen. Ich muss aber bemerken, dass ich gerade in der Fortsetzung dieser Versuche durch den Eintritt der wärmeren Jahreszeit behindert wurde und da ich nicht absehe, wann ich derlei Versuche wieder aufnehmen kann, musste ich mich auf die mitgetheilten Versuche mit dem suspendirten Globulin beschränken. Es werden aber gerade hier zunächst noch weitere Untersuchungen nothwendig sein.

Wenn wir nun auf die Bedingungen zurückblicken, unter welchen wir die Bildung von in der Wärme schmelzenden Gallerten durch die Einwirkung von Mineralsäuren auf Serum, dialysirtes Serum und serumglobulinfreie Lösungen von Serumalbumin beobachteten, so ist das Folgende hervorzuheben. Das durch Kochen coagulirbare Eiweiss wird unter dem Einfluss von Mineralsäuren in Körper umgewandelt, welche in concentrirten Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur einen gallertigen Zustand annehmen, in erhöhter Temperatur aber wieder flüssig werden. In verdünnten Lösungen bleiben sie auch bei gewöhnlicher Temperatur flüssig.

Für die Bildung dieser Körper ist eine bestimmte Menge von Säure nothwendig, die in denselben an einen Eiweisskörper gebunden, vorhanden ist. Ihre Lösungen röthen blaues Lackmuspapier sehr intensiv, wenn sie auf Tropaeolin OO auch keine Spur von Reaction ausüben.

Diese Körper entstehen nicht unmittelbar beim Zusammentreffen von Säuren und Eiweiss, sondern für ihre Bildung ist eine merkbare, unter Umständen sehr lange Zeit erforderlich.

Auf diese Zeit ist von Einfluss: 1. die Temperatur. Sie bilden sich unter sonst gleichen Umständen rasch in erhöhter Temperatur, langsam dagegen bei gewöhnlicher Temperatur. 2. Die Gegenwart von freier Säure. Ihre Bildung findet unter sonst gleichen Umständen langsamer statt, wenn keine oder nur wenig freie Säure in der Flüssigkeit zugegen ist; rascher wenn ein grösserer Überschuss von Säure zugegen ist. Bei einem

bestimmten Überschuss von freier Säure entstehen sie bei gewöhnlicher Temperatur in ähnlich rascher Weise, wie bei Abwesenheit von freier Säure in erhöhter Temperatur. In einzelnen Fällen ist auch für die rasche Bildung derselben bei erhöhter Temperatur ein geringer Überschuss von freier Säure (H_2SO_4) nothwendig. Die Bildung dieser Körper bei gewöhnlicher Temperatur unter Umständen, wie wir sie in den Abschnitten I, II und III beobachtet haben, erfolgt stets bei Gegenwart von freier Säure. Alle so erhaltenen Gallerten verändern Tropaeolin 00 sehr intensiv. Den nach der Methode von Johnson erhaltenen Gallerten kann erst nach längerer Dialyse mit destillirtem Wasser, wobei sie sich verflüssigen, ihre Reaction auf Tropaeolin 00 benommen werden.

Grosse Überschüsse von freier Säure (H_2SO_4, HCl, HNO_3 nicht die H_3PO_4) erzeugen in den Lösungen jener Körper weisse Fällungen.

In sehr grossen Überschüssen der fällenden Säuren lösen sich die Niederschläge wieder auf.

Die Bindung der Säuren erfolgt nicht erst während jene Körper entstehen, sondern nach den Anzeigen der Tropaeolin 00-Reaction unmittelbar beim Einbringen der Säuren in die Eiweisslösung. Es scheinen also jenen Körpern Verbindungen des Eiweisses mit den Säuren vorauszugehen, in welchen das Eiweiss seine wesentlichen Eigenschaften noch bewahrt, welche aber nicht beständig sind, sondern sich unter den früher angeführten Bedingungen mehr oder weniger rasch in jene Körper umwandeln. So lange diese Umwandlung noch nicht stattgefunden hat, lassen sich die primär entstehenden Verbindungen mittelst verdünnter Alkalien so zerlegen, dass wieder durch Kochen coagulirbares Eiweiss erhalten wird.

Hat die Umwandlung in die Gallerten bildenden Körper einmal stattgefunden, dann ist durch Zerlegen derselben mit verdünnten Alkalien nur der in Wasser unlösliche Eiweisskörper zu gewinnen, welchen man als durch Säuren modificirtes Eiweiss, Acidalbumin oder Syntonin bezeichnet hat. Es sind diese Bezeichnungen aber auch für die Gallerten bildenden Körper selbst und für unter dem Einfluss von Säuren erhaltene Eiweissderivate der verschiedensten Provenienz benützt worden. Es wird sich

das Bedürfniss nach einer präciseren Nomenclatur herausstellen. Ich schlage darum vor, das in Verbindung mit Säuren in der Hitze schmelzende Gallerten bildende Derivat des Serumeiweisses als Albuminid zu bezeichnen. Die Gallerten bildenden Körper selbst wären dann als Salzsäure-, Schwefelsäure-, Salpetersäure- oder Phosphorsäure-Albuminid zu bezeichnen. Als deren Vorläufer scheint ein Salzsäure-, Schwefelsäure-, Salpetersäure- oder Phosphorsäure-Albumin aufzutreten.

Das Albuminid ist auch löslich in Alkalien; solche Lösungen hat man bisher als alkalische Acidalbumin- oder Syntoninlösungen bezeichnet. Es wird erst zu untersuchen sein, ob in diesen Lösungen Alkaliverbindungen des Albuminid enthalten sind, in welchen das letztere für einige Zeit beständig ist.

Das Serumglobulin wird unter dem Einflusse von Säuren unter ganz ähnlichen Bedingungen in Gallerten bildende Körper verwandelt wie das Serumalbumin. Durch verdünnte Alkalien zersetzt, geben dieselben einen Körper, welcher sich bisher von dem Albuminid nicht unterscheiden liess. Es kann aber nicht als ausgemacht angesehen werden, dass er mit demselben wirklich identisch ist. Es wäre vielmehr sehr leicht möglich, dass es nothwendig würde, von dem Albuminid das Derivat des Serumglobulin als Globulinid zu unterscheiden, und die aus demselben zu erhaltenden Gallerten bildenden Körper als Schwefelsäure-, Salzsäure-, Salpetersäure- oder Phosphorsäure-Globulinid zu bezeichnen.

V. Das Verhalten der Eiweisskörper des Serum und ihrer Säurederivate gegen Alkalien.

Dass sehr concentrirte Lösung von Serumalbumin, wenn ihr vorsichtig concentrirte Kalilauge zugesetzt wird, zu einer durchsichtigen Gallerte erstarrt, ähnlich wie das Eieralbumin bei der gleichen Behandlung, hat zuerst Hoppe-Seyler [1] angeführt. Er gibt an, das die Gallerte nie so consistent und hart wird, als die aus Eieralbumin gewonnene.

Ich habe solche Gallerten aus concentrirtem Serum, aus dialysirtem und concentrirtem Serum und aus Serum, welches

[1] F. Hoppe-Seyler, Beiträge zur Kenntniss der Albuminstoffe Zeitschr. f. Chemie u. Pharmacie 1864, p. 739.

durch Ausfällen des Serumglobulin mit $MgSO_4$ frei von Serumglobulin gemacht, zur Entfernung der $MgSO_4$, sowie im IV. Abschnitte angegeben wurde, behandelt und dann concentrirt wurde, erhalten.

Je concentrirter die Lösungen waren, desto fester und steifer waren die erhaltenen Gallerten und darunter solche, welche an Festigkeit die aus gewöhnlichem Hühnereiweiss dargestellte Gallerte weit übertrafen.

Auch nach dem Verfahren von Johnson habe ich in schwimmenden Dialysatoren, mittelst welcher ich alle die angeführten Eiweisslösungen über verdünnte Kali- oder Natronlauge brachte, diese Gallerten erhalten. Die specifischen Gewichte der Eiweisslösungen lagen zwischen den früher bei der Darstellung der sauren Gallerten angegebenen Grenzen.

Das specifische Gewicht der Kalilauge, deren ich mich bediente, war 1·0090, jenes der Natronlauge 1·0082. Die Zeit, während welcher unter diesen Bedingungen die Gallerten entstehen, variirt von 6—12—24 Stunden. Auch bei diesen Versuchen sind die im Dialysator entstehenden Gallerten um so consistenter, je concentrirter das zu ihrer Darstellung verwendete Serum war.

Die so erhaltenen Gallerten bläuen gut bereitetes rothes Lackmuspapier.

Werden sie, nachdem sie gebildet sind, mit dem Dialysator über Wasser gesetzt, so entzieht ihnen das letztere Alkali, während die Gallerte zugleich aufquillt.

Hat so die Gallerte einen bestimmten Wassergehalt bekommen, so schmilzt sie beim Erhitzen. Beim Erkalten gesteht die Lösung abermals zur Gallerte, und man kann diesen Versuch öfter hintereinander mit demselben Erfolge wiederholen.

In der Wärme schmelzende Gallerten zu bilden, die bei gewöhnlicher Temperatur wieder auftreten, ist also nicht als eine Eigenthümlichkeit der unter dem Einflusse von Säuren entstehenden Eiweiss- und Globulinderivate, welche wir im Vorausgehenden behandelt haben, zu betrachten.

Ich habe nicht blos an den in den Dialysatoren mittelst Alkalien dargestellten Gallerten dieses Schmelzen und Wiedergestehen beobachtet, sondern auch an allen in der vorerwähnten

gewöhnlichen Weise erhaltenen Gallerten. Dieselben verlangen nur eine gewisse Menge Wasser, um jene Erscheinung zu geben. Sind die Gallerten sehr steif, so erweichen sie beim Erwärmen nur etwas und schmelzen an der Oberfläche unbedeutend ab. Sowie man aber den steifen Gallerten die nöthige Menge Wasser zusetzt oder sie vorher anquellen lässt, schmelzen sie in der Wärme und die so erhaltene Lösung gelatinirt wieder beim Erkalten. Der Wasserzusatz darf aber wieder eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, wenn nicht das Gestehen beim Erkalten ausbleiben soll. Beim Erhitzen werden die Gallerten und deren Lösungen stets tiefer gelb gefärbt, es ist dies aber um so weniger der Fall, je mehr man das freie Alkali aus den Gallerten entfernt hat.

Ich habe schon angeführt, dass die auf dem Dialysator gebildeten Gallerten, welche besonders hell und durchsichtig erscheinen, wenn sie aus dialysirtem Serum gewonnen wurden, alkalisch reagiren und dass man ihnen Alkali dadurch entziehen kann, dass man sie mit dem Dialysator über Wasser setzt. Sie quellen dabei auf und verlieren ihre alkalische Reaction.

Dabei bleibt es aber nicht, sie ziehen auch darüber hinaus fortwährend Wasser an und geben Alkali an die Aussenflüssigkeit ab. Bringt man sie im stark gequollenen Zustande in sackförmige Dialysatoren von der früher beschriebenen Form und wechselt die Aussenflüssigkeit häufig, so scheidet sich im Dialysator schliesslich ein Eiweisskörper unlöslich aus, welcher in allen seinen Eigenschaften mit demjenigen übereinstimmt, welchen man durch vorsichtiges Neutralisiren von Lösungen des aus Serum dargestellten festen Lieberkühn'schen Alkalialbuminates auch erhalten kann. Die Zersetzung durch Dialyse erfordert ziemlich lange Zeit. Gallerte, welche aus Serum im Dialysator über Kalilauge gewonnen worden war, dann durch 48 Stunden über destillirtem, öfter gewechseltem Wasser stand, wurde am 12. Februar in einen sackförmigen Dialysator gebracht und mittelst dieses oftmals gewechseltem Wasser ausgesetzt, am 25. Februar zeigten sich fetzige Flocken an der Wand des Dialysators. Die Flüssigkeit im Dialysator reagirte neutral und gab mit Essigsäure einen voluminösen Niederschlag, der sich im Überschusse von Essigsäure leicht wieder auflöste. Am 3. März

hatten die Flocken zugenommen, die Flüssigkeit erschien etwas opalisirend, reagirte neutral und gab mit Essigsäure wieder den im Überschusse der Säure löslichen Niederschlag. In der darauffolgenden Zeit nahm die Opalescenz der Flüssigkeit zu, am 27. März war sie milchig und hatte sich im Grunde des Sackes ein Niederschlag abgesetzt. Die milchige Flüssigkeit filtrirte schlecht. Mit Essigsäure gab sie eine geringe Menge eines im Überschusse der Säure löslichen Körpers. Am 31. März stand über einem im Boden des Sackes angesammelten Niederschlag eine klare Flüssigkeit im Sacke, welche mit Essigsäure keinen Niederschlag mehr gab.

Gallerte, welche im Dialysator über Natronlauge erhalten worden war, dann durch 48 Stunden über destillirtem, öfter gewechseltem Wasser stand, wurde am 12. Februar in einen sackförmigen Dialysator gebracht und oftmals gewechseltem Wasser ausgesetzt, am 25. Februar zeigten sich fädige Flocken an der Wand des Dialysators. Die Flüssigkeit im Dialysator reagirt neutral, sie gibt mit Essigsäure einen starken, im Überschusse der Säure löslichen Niederschlag. Am 4. März ist die Flüssigkeit im Dialysator schwach milchig getrübt, sie filtrirt schwer. Das stark opalisirende Filtrat reagirt neutral, gibt mit Essigsäure einen im Überschusse der Säure löslichen Niederschlag. Am 12. März hat die Flüssigkeit im Dialysator das milchige Ansehen verloren, am Grunde des Dialysators ist ein reichlicher weisser Niederschlag angesammelt, die Flüssigkeit darüber ist klar und gibt mit Essigsäure keinen Niederschlag.

Ähnlich wie die zwei angeführten Versuche verlaufen alle derartigen Versuche.

Es ist bekanntlich von Soyka[1] die Frage aufgeworfen worden, ob das durch Säure modificirte Eiweiss (Acidalbumin, Syntonin, unser Albuminid) und das durch Alkali modificirte Eiweiss (Lieberkühn'sche Eiweiss,[2] Proteïn, Albuminose[3])

---

[1] Soyka, Über das Verhältniss des Acidalbumins zum Alkalialbuminat. Pflüger's Archiv Bd. XII, p. 347. 1876.

[2] Vergl. A. Rollett, Physiologie des Blutes und der Blutbewegung in Herrmann's Handbuch der Physiologie, Bd. IV, 1. Th., p. 96. Leipzig, 1880.

[3] Wurtz, Traité de chimie biologique 1. partie, p. 114. Paris 1880.

der Körper, dessen Abscheidung aus seinen Alkaliverbindungen durch Dialyse wir eben erst besprochen haben, identische Substanzen sind. Soyka[1] glaubte diese Frage bejahen zu sollen, wogegen sich aber bald darauf Mörner[2] ausgesprochen hat.

Die nachfolgenden Versuche werden einige Reactionen der durch Alkalien, und der durch Säuren aus dem Eiweiss zu erhaltenden Gallerten und ihrer Lösungen behandeln und zugleich geeignet sein, die von Soyka und Mörner behandelte Frage neu zu beleuchten.

Erzeugt man sich, wie oben angeführt, nach der Methode von Johnson Gallerten aus Serum mittelst Kali- oder Natronlauge, setzt dieselben einige Zeit mit dem Dialysator über destillirtes Wasser und schneidet dann würfelförmige Stücke daraus, etwa von der im Abschnitte III angegebenen Grösse, so kann man diese in ähnlicher Weise, wie wir es in den dort mitgetheilten Versuchen mit den Würfeln anderer Art gethan haben, in Eprouvetten der Wirkung der von uns benützten Mineralsäuren aussetzen in der Weise, dass man die Würfel immer in gleiche Volumina verschiedener Concentrationsgrade jener Säuren hineinbringt. Berücksichtigt man vorerst die äussersten Verdünnungsgrade von Säuren, so wird man bemerken, dass ein sehr grosses Volumen derselben nothwendig ist, wenn man die Würfel so zersetzen will, dass sie eine weisse undurchsichtige Masse werden.

Brücke[3] hat in dieser Form das Lieberkühn'sche Eiweiss durch langsames Zersetzen des festen Kalialbuminates mit sehr verdünnten Säuren zuerst erhalten und es Pseudofibrin genannt.

Um es darzustellen, ist grosse Vorsicht nöthig und sehr viel Flüssigkeit, und es braucht sehr lange, bis der Process in die Tiefe der Substanz sich fortsetzt. Es ist darum für solche Versuche mehr angezeigt, dünne Scheiben der Gallerten zu verwenden.

Uns interessirt aber hier vielmehr das Verhalten der Würfel in Säuren von etwa 1.pro mille Gehalt angefangen, durch immer stärkere Säuren hindurch bis zu den concentrirtesten Säuren.

---

[1] L. c.

[2] Mörner, Studien über das Alkalialbuminat und das Syntonin, Pflüger's Archiv, Bd.XVII, p. 468, 1878.

[3] Brücke, Arch. f. pathol. Anatomie, Bd. XII, pag. 193, 185

Man wird finden, dass die Würfel in den verdünnten Säuren stark aufquellen, das geschieht auch noch in etwas stärkeren Säuren, bald folgen aber für die eine Säure früher, für die andere später Säureconcentrationen, in welchen die Würfel nicht mehr quellen, sondern zunehmend schrumpfen, und weiss und undurchsichtig werden. Das letztere geschieht auch noch bei den höchsten Säureconcentrationen anfänglich, nach einigem Verweilen in denselben werden aber die Ränder durchscheinend, endlich glashell, während die Substanz der Würfel sich verfärbt. Der Process schreitet nach innen fort, die Ränder schmelzen ab und es tritt Lösung der Würfel ein.

Das Aufquellen der Würfel in den verdünnten Säuren geht unter Erscheinungen vor sich, welche unsere Aufmerksamkeit verdienen.

In den Säuren, welche in dieser Weise zu wirken anfangen, geht dem Quellen ein Undurchsichtigwerden der Oberfläche voran, dann quillt diese, während die weisse Schicht tiefer dringt und nun in einem glasigen Würfel ein weisser eingeschlossen erscheint, der immer kleiner wird, bis er verschwindet. Darauf folgen aber Säureconcentrationen, in welchen die Würfel quellen, ohne dass eine solche in die Tiefe fortschreitende intermediäre Schichte während des Quellens zu sehen wäre, oder man findet dieselbe, wenn man die Würfel vor einem dunklen Hintergrunde betrachtet, nur wie durch einen bläulichen Schimmer angedeutet. Die intermediäre Schicht ist bei diesen günstigsten Säureconcentrationen um so weniger wahrnehmbar, je reiner von freiem Alkali die Gallerte war, aus welcher die Würfel geschnitten wurden. Das Fehlen oder die nur schwache Andeutung der intermediären Schichte in diesen Fällen ist offenbar dadurch bedingt, dass das Lieberkühn'sche Eiweiss sofort, wie es aus der Zersetzung des Alkalialbuminates entsteht, auch schon der quellenden Wirkung der überschüssigen Säure unterliegt. Diesen Vorgang wollen wir uns besonders bemerken.

Auf die erwähnten Säureconcentrationen folgen dann solche in welchen die Würfel weniger stark quellen und in welchen während des Quellens die intermediäre weisse Schichte wieder sehr deutlich ist. Salz- und Salpetersäure bedingen einen ganz übereinstimmenden Verlauf der Erscheinungen. In der Schwefel-

säure wird das Volumen der Würfel niemals so gross und sie zeigen auch im gequollenen Zustande sich wie rauchig getrübt. Der Gang der Erscheinungen ist aber in der Schwefelsäure ein ganz analoger, wie bei den zwei anderen Säuren.

Die Phosphorsäure verhält sich bei niedrigen Concentrationen der Salz- und Salpetersäure ganz ähnlich. Steigt man mit der Concentration, dann erhält man während des Aufquellens die weisse intermediäre Schichte immer sehr deutlich, und das bleibt so bis zu den höchsten Concentrationen.

Bei den letzteren erscheinen die bereits gequollenen Randpartien glasiger als bei mittleren Concentrationen, es schreitet aber der Process langsamer in die Tiefe fort, so dass dort die eingeschlossenen weissen Würfel am längsten erhalten bleiben.

Endlich sind die Würfel in allen Concentrationsgraden der Phosphorsäure durchsichtig. Das Volumen derselben ist grösser bei niedrigen Concentrationen, bei mittleren Concentrationen nähert es sich dem ursprünglichen Volumen der Würfel an. Am grössten wird es in den höchsten Concentrationsgraden, wo es eine mächtige glasig durchsichtige Masse darstellt.

In der Phosphorsäure fehlen also die opaken geschrumpften Würfel, welche bei bestimmten Concentrationen der HCl, H_2SO_4 und HNO_3 beobachtet werden. Dieses Weisswerden und Schrumpfen der Würfel in mittleren Concentrationsgraden der erwähnten Mineralsäuren zeigt offenbar an, dass in jenen Concentrationsgraden das Lieberkühn'sche Eiweiss schrumpft, was wieder wohl zu bemerken ist.

Endlich sei daran erinnert, dass wir sahen, dass in sehr hohen Säureconcentrationen eine Auflösung der Würfel eintritt.

Es stehen die beobachteten Quellungserscheinungen wieder in bestimmten Beziehungen zu dem Verhalten, welches Lösungen von Alkalialbuminat zeigen, wenn man sie mit verschiedenen Concentrationsgraden der erwähnten Säuren behandelt.

Giesst man z. B. eine verdünnte Lösung von Kalialbuminat in einen grossen Überschuss von 1 pro mille HCl, so entsteht beim Zumischen eine kaum bemerkliche, rasch vorübergehende Wolke.

Giesst man dieselbe Lösung in 1% HCl, so tritt eine stärkere vorübergehende Trübung auf. Giesst man dieselbe Lösung

in einen Überschuss von 10 % HCl, so entsteht ein bleibender Niederschlag, der sich aber löst, wenn man Wasser hinzubringt.

Ferner: Bringt man in drei Eprouvetten Portionen derselben Kalialbuminatlösung und fällt die Lösung in der Eprouvette 1 mit 0·1 % HCl, so löst sich im Überschusse hinzugefügter Säure der Niederschlag sehr bald wieder auf. Fällt man dagegen die Lösung in Eprouvette 2 mit stärkerer HCl, so löst sich der Niederschlag auch in einem grossen Überschusse hinzugefügter Säure nicht wieder auf.

Fällt man endlich die Lösung in Eprouvette 3 mit rauchender Salzsäure, so löst sich der anfänglich entstandene Niederschlag im Überschusse der Säure sehr bald wieder auf. Fügt man nun zu den in den drei Eprouvetten enthaltenen Flüssigkeiten Wasser, so bleibt die Flüssigkeit in 1 klar, in 2 löst sich der Niederschlag und wird die Flüssigkeit klar, in 3 dagegen trübt sich die Flüssigkeit und scheidet einen Niederschlag aus, der aber, wenn man jetzt noch mehr Wasser hinzufügt, sich wieder auflöst, so dass auch hier die Flüssigkeit schliesslich vollkommen klar wird. Der Niederschlag, welchen Lösungen von Lieberkühn'schen Kalialbuminat mit Säuren geben, ist also im Überschusse der fällenden Säure nur dann löslich, wenn zur Fällung solche Concentrationsgrade von Säuren angewendet werden, in welchen das Lieberkühn'sche Eiweiss quillt.

Hat man aus Serum in schwimmenden Dialysatoren, die über Kali- oder Natronlauge gesetzt wurden, die früher beschriebenen Gallerten erhalten und setzt nun diese Gallerten mit dem Dialysator über eine der Säuren, die uns im III. Abschnitte zu den Versuchen über die Wirkung der Säuren auf das unveränderte Serumalbumin gedient haben, also H_2SO_4 vom specifischen Gewichte 1·0067, HCl vom specifischen Gewichte 1·0065, HNO_3 vom specifischen Gewichte 1·0066, H_3PO_4 vom specifischen Gewichte 1·0103, so gehen die alkalisch reagirenden Gallerten in sauer reagirende allmälig über. Auch hiebei ist in der Regel keine oder nur stellenweise eine, wie durch eine leichte Trübung angedeutete intermediäre Schichte, in welcher alkalische und saure Gallerte aneinander grenzen, während des allmäligen Überganges zu sehen. Ist die Gallerte durch und durch sauer geworden und setzt man sie dann über destil-

lirtes Wasser, so entzieht dieses der Gallerte Säure, zugleich quillt aber die Gallerte beträchtlich an.

Erwärmt man Stücke dieser Gallerten in einer Eprouvette, so schmelzen dieselben nicht. Fügt man Wasser hinzu, so quellen die Stücke sehr beträchtlich auf. Erwärmt man die Stücke mit Wasser, so werden sie, indem sie immer mehr Wasser aufnehmen, glasartig durchsichtig, ohne jedoch zu schmelzen. Nur an der Oberfläche der Stücke löst sich nach und nach etwas von ihrer Substanz in der umgebenden Flüssigkeit auf.

Wir haben es also hier mit sauren Gallerten ganz anderer Natur zu thun, als jene, die uns im III. Abschnitte beschäftigt haben.

Lässt man die sauren Gallerten, welche aus den alkalischen Gallerten erhalten wurden, in den flachen Dialysatoren sehr lange Zeit über öfter gewechseltem destillirtem Wasser stehen, so werden sie beträchtlich dicker, sie gewinnen aber auch in der Richtung der Fläche des Dialysators so sehr an Ausdehnung, dass sie sich in Falten vom Boden des Dialysators abheben, endlich zerreissen und sich mit ihren Enden übereinanderschieben und ihre aus dem Dialysator genommene Masse eine Fläche bedeckt, welche die des Dialysators um ein Beträchtliches an Grösse übertrifft.

Die sauren Gallerten können, wenn man sie im Dialysator wieder über Kali- oder Natronlauge setzt, wieder in alkalische Gallerten von den früher beschriebenen Eigenschaften zurückverwandelt werden.

Ähnliche, in Wasser stark quellende, aber nicht in der Wärme schmelzende saure Gallerten erhält man auch aus Lieberkühn'schem Eiweiss, welches man durch Dialyse oder vorsichtiges Zersetzen mit Säuren aus seinen Lösungen ausgeschieden und abfiltrirt hat, wenn man dasselbe noch feucht vom Filter nimmt und vorsichtig mittelst eines in eine der von uns benützten Mineralsäuren getauchten Glasstabes verrührt, bis es durchsichtig und gallertig geworden ist.

Die so erhaltenen Gallerten schmelzen nicht in der Wärme, sondern verhalten sich, wie das eben von den durch Zersetzen der alkalischen Gallerten im Dialysator mittelst Säuren erhaltenen sauren Gallerten angegeben wurde.

Behandelt man das feuchte Lieberkühn'sche Eiweiss in ähnlicher Weise mit concentrirter Kali- oder Natronlauge, so erhält man daraus wieder festes Kali oder Natronalbuminat.

Wir wollen nun auch das Verhalten der sauren Gallerten, welche wir in den ersten vier Abschnitten behandelt haben und die wir als Verbindungen des Albuminid oder Globulinid (Acidalbumin, Syntonin, durch Säure modificirten Eiweisses) mit den entsprechenden Säuren kennen gelernt haben, gegen Alkalien untersuchen.

Setzt man die mittelst der im III. Abschnitte angegebenen Säuren nach der Methode von Johnson in schwimmenden Dialysatoren erhaltenen Gallerten über Kali- oder Natronlauge von den specifischen Gewichten 1·0090 und 1·1082, wie sie uns zur Erzeugung der Alkalialbuminate aus Serum gedient haben, so gehen jene Gallerten nach einiger Zeit in alkalische Gallerten über. Der Übergang findet auch hier sehr unmittelbar statt und nur an einzelnen Stellen sieht man manchmal eine etwas trübere, intermediäre Schichte angedeutet. Ist der Umwandlungsprocess noch nicht vollständig bis zur Oberfläche der zuerst erhaltenen Gallerte fortgeschritten, dann gelingt es meist mittelst eines auf die Oberfläche der Gallerte angedrückten Streifen von Lackmuspapier ein an dem letzteren anhaftendes Stückchen der Gallerte herauszureissen, welches sich an der Berührungsfläche der schon umwandelten Gallerte mit der noch nicht umwandelten Gallerte von den tieferen Partien loslöst. Es ist das daran kenntlich, dass die umwandelte Gallerte immer einen viel höheren Grad von Durchsichtigkeit besitzt als die nicht umwandelte.

Ein solches herausgerissenes Stückchen reagirt dann an seiner oberen Seite sauer, an seiner unteren aber alkalisch.

Ist die Umsetzung der Gallerten vollständig geworden, dann hat man Gallerten von Alkalialbuminaten erhalten mit allen den Eigenschaften, welche wir früher von diesen beschrieben haben.

Man kann nun diese Gallerten im Dialysator wieder über Säuren setzen, man erhält dann wieder saure Gallerten, die aber nicht die Eigenschaften der ursprünglichen, sondern jener an sich tragen, welche wir in diesem Abschnitte beschrieben haben und die aus primär erzeugten Alkalialbuminatgallerten erhalten waren.

Feste Alkalialbuminate kann man auch aus allen in den Abschnitten I—IV auf was immer für eine Art erhaltenen Gallerten gewinnen, wenn man dieselben zerhackt und mittelst eines in concentrirte Kali- oder Natronlauge getauchten Glasstabes vorsichtig mit Alkalien behandelt. Setzt man dabei die Laugen sehr vorsichtig zu, so kann man eine vorübergehende Verflüssigung der Gallerten unter gleichzeitiger Ausscheidung eines weissen Niederschlages beobachten, welcher aber sofort die Entstehung der neuen Gallerte des Alkalialbuminates folgt.

Endlich kann man feste Alkalialbuminate auch erhalten, wenn man durch Dialyse oder durch vorsichtiges Zersetzen mit Natronlauge aus den mit Säuren erhaltenen Gallerten des Serum oder des dialysirten Serum, oder des in Wasser suspendirten Serumglobulin das Albuminid oder Globulinid oder ein Gemenge beider (Acidalbumin, Syntonin, durch Säure modificirtes Eiweiss) abscheidet, und die Niederschläge noch feucht vorsichtig mit concentrirter Natron- oder Kalilauge verrührt.

Es ist bekannt, dass man auch aus reinem Serumglobulin, wenn man dasselbe feucht von einem Filter nimmt, auf welchen es gesammelt wurde, durch concentrirte Kali- oder Natronlauge festes Alkalialbuminat darstellen kann.

Von allen diesen so erhaltenen Alkalialbuminatgallerten habe ich mich überzeugt, dass sie sich zwar in saure Gallerten verwandeln lassen, diese haben aber immer ganz andere Eigenschaften als die primär durch die Wirkung von Säuren aus dem Serumeiweiss und Serumglobulin erhaltenen Gallerten und zwar jene Eigenschaften, welche für die sauren Gallerten beschrieben wurden, die wir in diesem Abschnitte aus den nach der Methode von Johnson erhaltenen Alkalialbuminaten durch nachträgliche Diffusion derselben gegen verdünnte Säuren erhalten haben.

Ich habe schon einmal darauf hingewiesen,[1] dass es wünschenswerth wäre, den im Kalialbuminat enthaltenen Eiweisskörper als Lieberkühn'sches Eiweiss zu bezeichnen oder dafür nach Hoppe-Seyler's[2] und Soyka's[3] Vorschlag die alte Mulder-

---

[1] L. c.

[2] Hoppe-Seyler, Handbuch d. physiol. u. pathol. chem. Analyse 3. Aufl., p. 197 u. 207. Berlin, 1870.

[4] Soyka, l. c. pag. 369.

'sche Bezeichnung Proteïn zu verwenden und nur die löslichen Verbindungen dieses Körpers mit Alkalien als Alkalialbuminate zu bezeichnen.

Die häufig gebrauchte Benennung Alkalialbuminat für jenen Eiweisskörper selbst hat auch Wurtz[1] neuerlich verwiesen und vorgeschlagen, ihn Albuminose zu nennen. Mir erschien es zweckmässig, ihn als Albuminin zu bezeichnen und zwar aus denselben Gründen, aus welchen ich am Ende des IV. Abschnittes die Bezeichnung Albuminid für ein anderes Eiweissderivat vorgeschlagen habe. Man würde dadurch der Vieldeutigkeit älterer Ausdrücke entgehen.

Das Derivat des Serumglobulin, welches unter ähnlichen Bedingungen aus demselben erhalten wird, wie das Albuminin aus dem Albumin, ist bisher von dem ersteren nicht getrennt worden. Es kann aber wieder nicht als ausgemacht betrachtet werden, dass es mit demselben wirklich identisch ist.

Sollte sich die Nothwendigkeit einer Trennung beider Derivate herausstellen, so wäre das dem Globulin entsprechende Derivat als Globulinin zu bezeichnen.

Die Verbindungen des Albuminin mit Kali und Natron wären dann als Kalialbuminin und Natronalbuminin zu bezeichnen.

Ob Verbindungen des Albuminin mit Säuren existiren, müsste noch untersucht werden. Für die in Wasser stark quellenden sauren Gallerten des Albuminin, welche zum Unterschiede von den Säurealbuminid-Gallerten in der Wärme nicht schmelzen, sind mir die Anzeigen der Tropaeolin OO-Reaction, durch welche eine solche Verbindung erst wahrscheinlich gemacht werden könnte, noch zweifelhaft geblieben.

In Bezug auf die Frage der Identität oder Nichtidentität des Albuminid (durch Säure modificirtes Eiweiss, Acidalbumin, Syntonin) und des Albuminin (durch Alkali modificirtes Eiweiss, Lieberkühn'sches Eiweiss, Proteïn, Albuminose) müssen wir uns für Mörner[2] aussprechen, wie er, sind wir zu dem Resultate gekommen, dass Albuminin ebenso wie direct aus dem Albumin auch noch aus dem Albuminid durch die Wirkung von Alkalien gewonnen werden kann, dass aber einmal zu Albuminin

[1] L. c.
[2] L. c.

verwandeltes Albuminid nicht wieder in das letztere durch die Wirkung von Säuren zurückverwandelt werden kann.

Als Albuminderivat steht also das Albuminid dem Albumin noch näher als das Albuminin, da letzteres eben auch noch aus dem Albuminid zu erhalten ist.

VI. Versuche mit Hühnereiweiss.

Aus Hühnereiweiss von der gewöhnlichen Concentration lassen sich mit den zu den Versuchen am Serum verwendeten Säuren nach der Methode von Johnson ganz ähnliche Gallerten gewinnen wie aus dem Serum. Ich drückte das aus den Eiern genommene Eiweiss durch ein Tuch, brachte es dann in den Dialysator und setzte es damit über die Säuren. Am schönsten werden die Gallerten mit HCl und HNO_3, die mit letzterer Säure gewonnenen sind stets trüber als die mit der ersteren gewonnenen. Ähnlich hell sind die mit Phosphorsäure erhaltenen. Dieser Versuch versagt aber manchmal und man findet das Eiweiss im Dialysator nur dickflüssiger. Am wenigsten schön sind die mit H_2SO_4 zu erhaltenden Gallerten, sie sind gewöhnlich sehr weiss und nicht gut zusammenhängend.

Nimmt man die Gallerten in der Weise aus dem Dialysator, dass man, ohne die Gallerte vom Boden abzulösen, diesen am Rande durchschneidet, so sieht man, dass in den oberflächlichen Schichten unzusammenhängende, weisse und undurchsichtige Massen eingesprengt erscheinen, während die tieferen Partien der Gallerte ein gleichförmigeres Ansehen besitzen. Jene Massen in den oberflächlichen Schichten rühren offenbar von der Substanz her, welche sich beim Verdünnen des Hühnereiweisses mit Wasser aus demselben ausscheidet und in ähnlicher Weise beim Dialysiren.

Wenn man, was am meisten zu empfehlen ist, dialysirtes und wieder concentrirtes Hühnereiweiss anwendet, fehlen jene Massen in den oberflächlichen Schichten und die Gallerten gewinnen ein durchaus gleichförmiges Ansehen. Über Wasser gesetzt, geben sie Säure an dasselbe ab und quellen an. Sie schmelzen dann beim Erwärmen und die Lösungen gestehen beim Erkalten wieder. Wird das Wasser oft gewechselt, so quellen die Gallerten immer mehr und kann ihnen so die Reaction auf Tropaeolin 00, welche die Gallerten gleich nach ihrer Bildung zeigen, vollständig

Zu Seite 377,

Nummer des Versuches	Gehal[t] Flüssi[g] an S[…]	Verhalten der Lösung II	
		zu Beginn	nach 12 Stunden
1	H	opalisirt schwach	ebenso
2	In 10[…] HCl i[…]	die Opalescenz nimmt immer mehr zu	ebenso
3			ebenso
4			ebenso
5	1[…]		ebenso
6	2[…]	Niederschlag	Niederschlag abgesetzt
7	5[…]	Niederschlag	Niederschlag theils abgesetzt, theils schwimmend
8	1[…]	ebenso	ebenso
9	1[…]	ebenso	ebenso
10	2[…]	ebenso	ebenso
11	2[…]	ebenso	Niederschlag abgesetzt
12	3[…]	—	—
13	4[…]	—	—
14	4[…]	—	—

genommen werden. Lange fortgesetztes Dialysiren der gequollenen Gallerten in sackförmigen Dialysatoren führt unter fortwährender Säureentziehung zur Ausscheidung eines weissen Niederschlages.

Beim Versuche, die Gallerten in kaltem Wasser zu lösen, geben namentlich die H_2SO_4 und HNO_3-Gallerten weisse Bodensätze von ungelöster Substanz, welche aber dann beim Erhitzen sich vollständig auflösen und nach dem Erkalten nicht wieder ausscheiden.

Die Lösungen der Gallerten werden von sehr verdünnter Natronlauge gefällt und geben einen sich gut absetzenden Niederschlag.

Dieser ist im geringsten Überschuss des Alkalis wieder löslich.

Gegen die Mineralsäuren zeigen die Lösungen ein ähnliches Verhalten wie die Lösungen der aus dem Serum erhaltenen Gallerten. Vergleicht man diese Wirkung der Säuren wieder mit der Wirkung auf Würfel, die man aus der Gallerte geschnitten, so ergibt sich ein ganz ähnliches Resultat, wie bei den entsprechenden Versuchen am Serumeiweiss. Die nachfolgende Tabelle III enthält solche Versuche mit Würfeln aus Salzsäure-Ovalbuminid (aus dialysirtem und concentrirtem Hühnereiweis) von circa 5 Mm. Seite; die damit verglichenen Lösungen von Salzsäure-Ovalbuminid hatten die Lösung I einen Gehalt von 0·905 Grm. in 100 CC., die Lösung II einen Gehalt von 0·462 Grm. in 100 CC; wieder, wurden je 5 CC. dieser Lösungen, mit je 5 CC. HCl von bestimmtem Gehalt gemischt, so dass der in das Gemisch gebrachte Gehalt an HCl den im zweiten Stab der Tabelle verzeichneten betrug. Die damit verglichenen Würfel befanden sich in 10 CC. HCl vom selben Gehalt.

Die Phosphorsäure wirkt von den anderen Mineralsäuren verschieden und zwar in der bei den Serumalbuminiden beschriebenen Weise.

Sowie die Ovalbuminide können auch die Ovalbuminine aus Ovalbumin in schwimmenden Dialysatoren über verdünnter Kali- und Natronlauge dargestellt werden.

Auch aus den letzteren können, wenn man sie über die verdünnten Mineralsäuren setzt, saure Gallerten von Ovalbuminin erhalten werden, die sich von den Gallerten des Salzsäure-,

Schwefelsäure-, Salpetersäure- und Phosphorsäure-Ovalbuminid in derselben Weise unterscheiden, wie das für die entsprechenden Körper aus dem Serumalbumin angegeben wurde.

Die sauren Gallerten des Ovalbuminin können, wenn man sie im Dialysator über Kali- oder Natronlauge setzt, in Kali- oder Natron-Ovalbuminin zurückverwandelt werden. Bringt man aber die Gallerten aus Säure-Ovalbuminiden in den Dialysatoren über Kali- oder Natronlauge, so entsteht ebenfalls Kali- oder Natron-Ovalbuminin.

Die beiden letzteren bilden wie die entsprechenden Derivate des Serumalbumin mit der nöthigen Menge Wasser in der Wärme schmelzende Gallerten, die beim Erkalten wieder erscheinen.

In einer Beziehung unterscheidet sich aber das Hühnereiweiss von dem Serumeiweiss sehr wesentlich. Es gelingt niemals, aus Hühnereiweiss von gewöhnlicher Concentration durch Verrühren desselben mit Säuren nach Art der im ersten und zweiten Abschnitte beschriebenen Versuche am Serum Gallerten zu gewinnen.

Ebenso wenig geht das mit dialysirtem und wieder concentrirtem Hühnereiweiss. Weder mit H_2SO_4 noch mit HCl oder HNO_3 und H_3PO_4 gelangt man hier zu einem Resultate. Bei der Anwendung der drei erstgenannten Säuren entstehen Fällungen, welche sich nicht wieder auflösen und fährt man mit dem Säurezusatz fort, so geht das Ganze in eine weisse unlösliche Masse über. Dagegen kann man auch aus Hühnereiweiss, welches man mit dem drei- und mehrfachen Wasser verdünnt hat, durch vorsichtigen Säurezusatz und Erhitzen die nach dem Erkalten auftretenden Gallerten erhalten, die in der Wärme wieder zerfliessen, um beim Erkalten wieder zu erscheinen. Beim Säurezusatz scheiden sich hier in allen Fällen an der Oberfläche der Flüssigkeit sich ansammelnde Flocken aus, die bei Anwendung entsprechend concentrirter Lösungen von dialysirtem Hühnereiweiss fehlen. Die Versuche sind nicht nur sehr empfindlich gegen zu niedrige, sondern auch gegen zu hohe Säurezusätze, in beiden Fällen scheiden sich beim Erhitzen Niederschläge aus. Die Phosphorsäure macht gewöhnliches Hühnereiweiss anfangs schleimähnlich zähe, durch Ausscheidung fädiger Massen, welche sich verdichten und zu Flocken sammeln. Darnach wird die Masse

dünnflüssiger aber nicht gallertig bei gewöhnlicher Temperatur. Erwärmt man nach dem Phosphorsäurezusatz, so erhält man nur, wenn man eine unverhältnissmässig grosse Menge concentrirter Phosphorsäure zugesetzt hat, Verhinderung der Coagulation beim Erwärmen und nach dem Erkalten Gestehen der Flüssigkeit zu einer stark opalisirenden Gallerte, die beim Erhitzen wieder schmilzt. Aus dialysirtem Hühnereiweiss von der Concentration des ursprünglichen erhält man mit der concentrirten Phosphorsäure, ohne dass sich vorher die beschriebenen Flocken ausscheiden würden, auch nur bei Temperaturerhöhung und starkem Säurezusatz die zuletzt erwähnte Gallerte. Aus verdünnten Lösungen des Eieralbumins erhält man mit Phosphorsäure, die in beträchtlich höherem Masse zugesetzt werden kann als die anderen Säuren ebenfalls nur bei Temperaturerhöhung eine beim Erkalten gallertig gestehende Flüssigkeit.

Johnson[1] hat, gestützt auf analytische Daten, welche er erbracht zu haben glaubte, die Meinung ausgesprochen, dass die von ihm aus Hühnereiweiss dargestellten Gallerten feste Verbindungen von Eiweiss mit Säuren sind, für welche die schon in der Einleitung zu dieser Abhandlung (pag. 333) mitgetheilten Formeln gelten sollen.

Die Arbeit Johnson's ist aber in einer Weise durchgeführt, dass ihr auch nicht die allergeringste Beweiskraft zugeschrieben werden kann.

Er verwendet zur Darstellung der Gallerten gewöhnliches, nicht dialysirtes Hühnereiweiss.

Die Gallerten nimmt er, ohne sich darum zu kümmern, ob sie freie Säure enthalten, die ihnen etwa durch Auswaschen entzogen werden könnte, oder ob sie der Einwirkung des Wassers einen gewissen Grad von Beständigkeit entgegensetzen, aus den Dialysatoren und trocknet sie im Vacuum über H_2SO_4.

Er erhält eine harte, transparente, hygroskopische, gummiähnliche Masse, die sich, wie er angibt, beim Erhitzen auf 100°C. nicht verändert.

Von dieser Masse wird eine gewogene Menge in kochendem Wasser gelöst, die kalte Lösung mit Lackmus gefärbt und nun

[1] L. c. pag. 734.

mit titrirter Natronlauge, die in der Lösung enthaltene Säure zu bestimmen gesucht.

Dabei ereignet sich Folgendes: Es entsteht beim Zufügen der Natronlauge zuerst ein Eiweissniederschlag, welcher das Lackmuspigment mechanisch mit sich reisst, so dass über dem Niederschlag eine farblose Flüssigkeit steht.

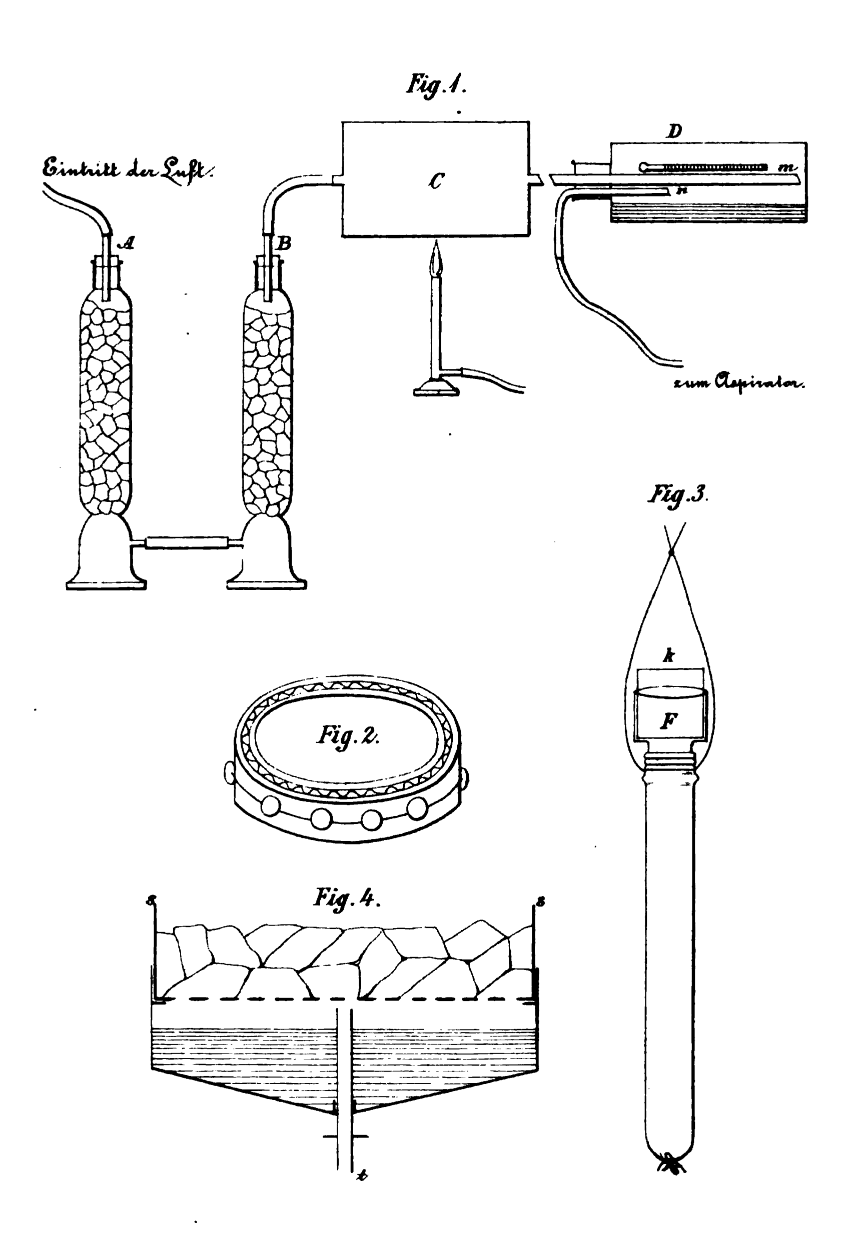
Es wird Niemanden, der sich mit Eiweisskörpern beschäftigt hat, entgehen, dass in dem Moment, wo bei vorsichtigem Zusatz von Natronlauge eben die letzte Spur dieses Niederschlages herausgefallen ist, auch alle in der Flüssigkeit enthaltene Säure von der Natronlauge gesättigt ist.

Diese Anzeige lässt aber Johnson unbeachtet, er sagt vielmehr: „bet when the point of neutralisation was reached, the precipitate redissolved and the blue colour appeared simultaneously.“ — Es ist klar, dass in diesem Moment schon ein solcher Überschuss von Natronlauge zugesetzt ist, dass eben der in Wasser unlösliche Eiweisskörper sich unter der Wirkung des Alkali wieder vollständig gelöst hat. Auf diese Weise findet Johnson in der mit HNO_3 dargestellten Gallerte einmal 6·7% HNO_3, ein zweitesmal 6·8% HNO_3. Die Formel $C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S+2HNO_3$ würde 7·24% HNO_3 verlangen, also schreibt Johnson seinem Nitrate of ovalbumin diese Formel zu.

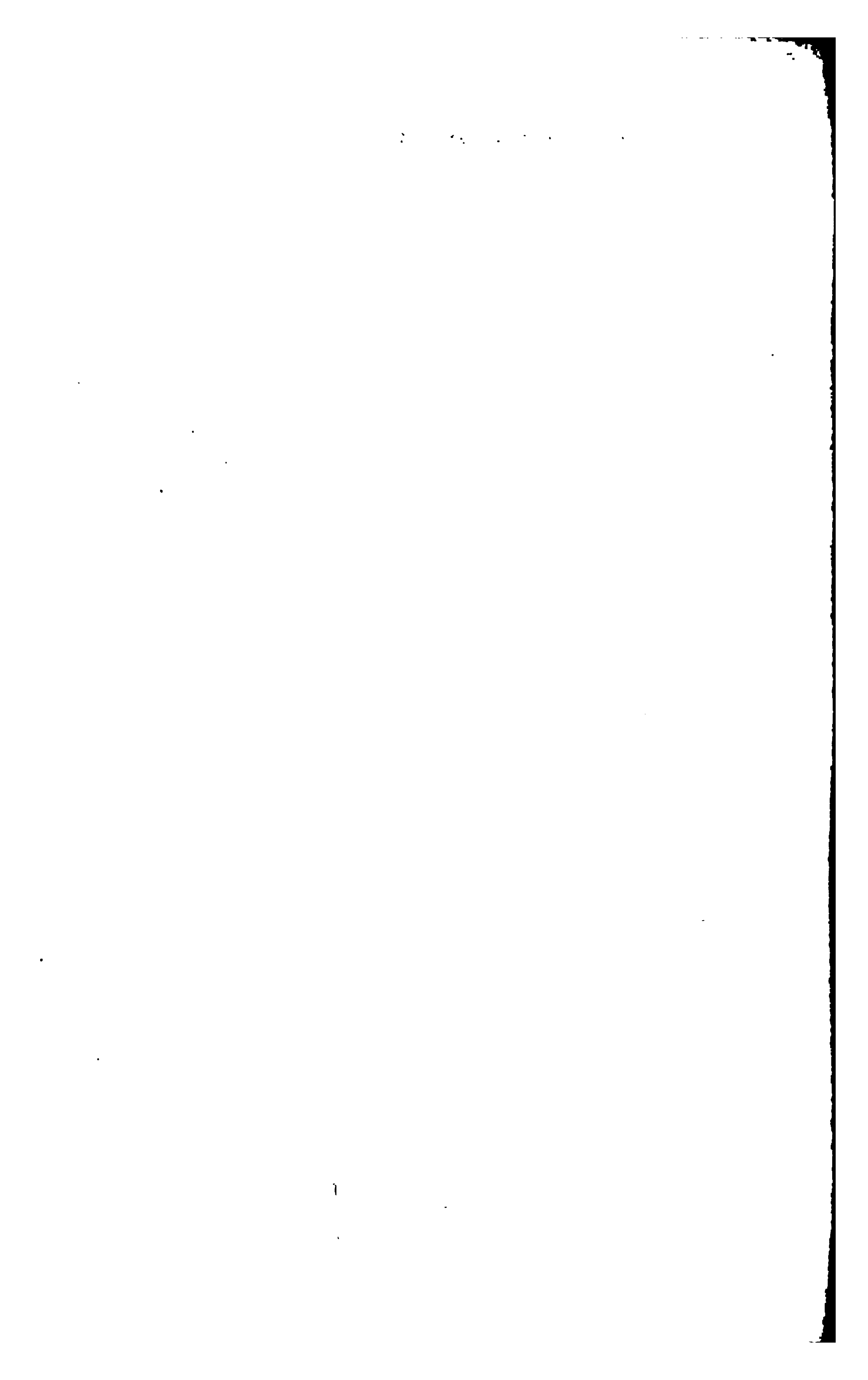
Ähnlich geht es bei allen mit den anderen Säuren dargestellten Gallerten. Darum auch der sonderbare und unerklärliche Wechsel der Affinitäten des Albumin zu den einzelnen Säuren der in den (pag. 333) mitgetheilten Johnson'schen Formeln zu Tage tritt. Zum Schlusse sagt Johnson: In the cases of the sulphate, hydrochloride, nitrate and orthophosphate the deficit in the amount of acid found as compared with that calculated, would appear to indicate that the number 1612 was below the true molecular weight of albumin. The number 1720 would agree more closely with my own results in the cases of the compounds specified.“

Ich erinnere daran, dass Harnack[1] neuestens auf Grund von analytischen Studien an den Kupferverbindungen des Eier-

[1] Harnack, Über die Kupferverbindungen des Albumin. Zeitschrift f. physiolog. Chemie. Bd. V, pag. 198. 1881.



Lith. v. F. Schima Druck v. J. Wagner in Wien
Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXIV. Bd. III. Abth. 1881.



albumin als wahrscheinlichste Formel für das letztere

$$C_{204}H_{322}N_{52}O_{22}S_2$$

gefunden hat, mit einem Molekulargewichte von 4618.

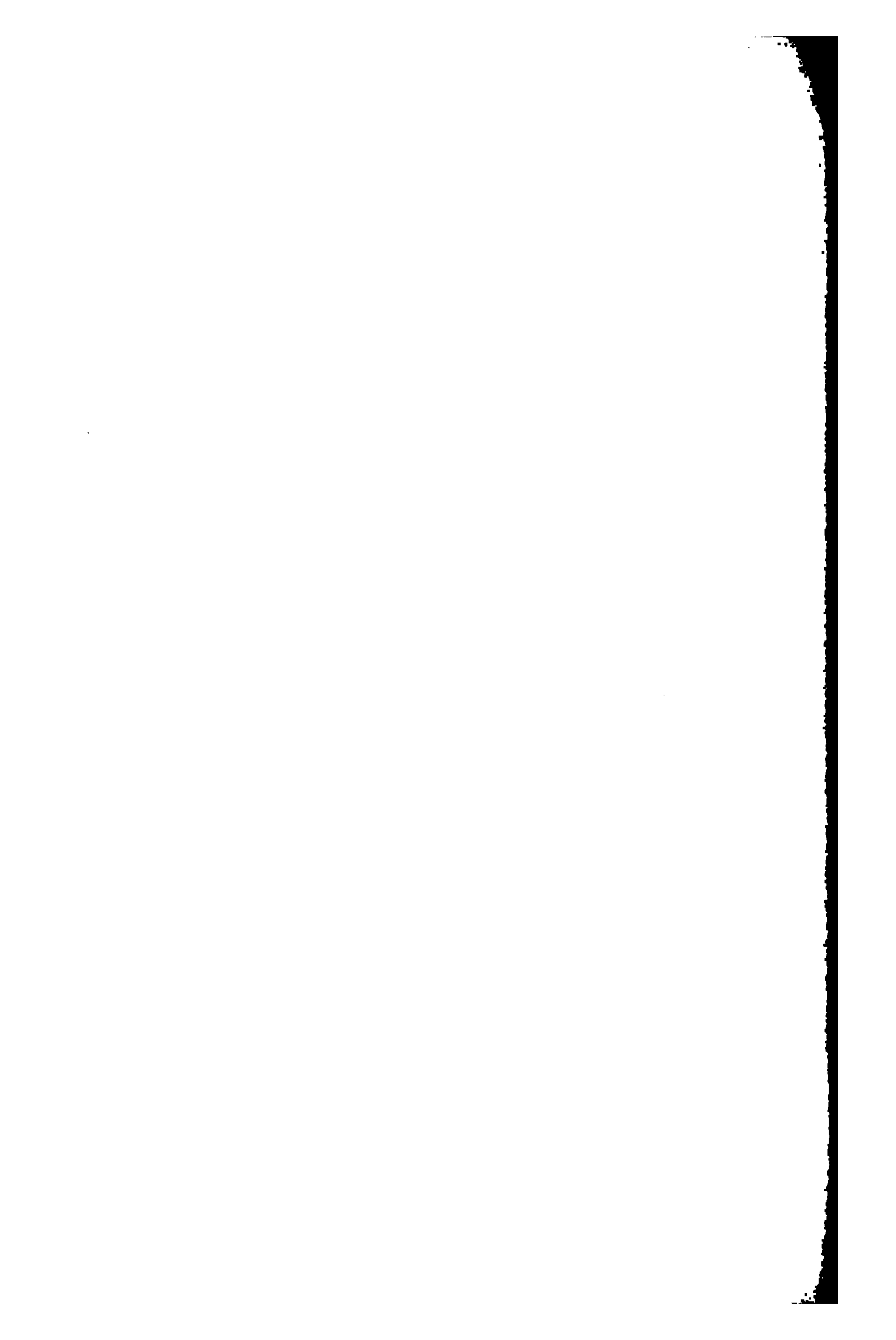
Die von Lieberkühn für das Albumin aufgestellte Formel

$$C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S$$

würde darnach, auch wenn sie verdoppelt würde, ein zu niedriges Molekulargewicht ergeben.

Man erinnere sich ferner daran, dass der von dieser Seite erhobene Einwurf nicht der erste und einzige ist, der gegen Lieberkühn's Formel gemacht wurde und man wird zugeben, dass der analytische Nachweis, dass die von Johnson behandelten Körper feste Verbindungen eines Eiweisskörpers mit Säuren sind, noch lange nicht erbracht ist.

Wir haben aber in dieser Abhandlung auf eine Reihe von Thatsachen hingewiesen, durch welche die Existenz dieser Verbindungen im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht wird. Es ist schwer abzusehen, wie der fehlende analytische Beweis heute erbracht werden könnte. Jedenfalls wird man aber einen solchen Versuch um so sicherer wagen können, je vertrauter man sich mit den Bildungsweisen und den Reactionen jener Körper gemacht haben wird. Einen Beitrag zur Kenntniss der letzteren sollen die vorliegenden Mittheilungen bilden, von welchen ich gerne bekenne, dass Vieles, was darin enthalten ist, noch weiter verfolgt werden muss.



Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe erscheinen daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

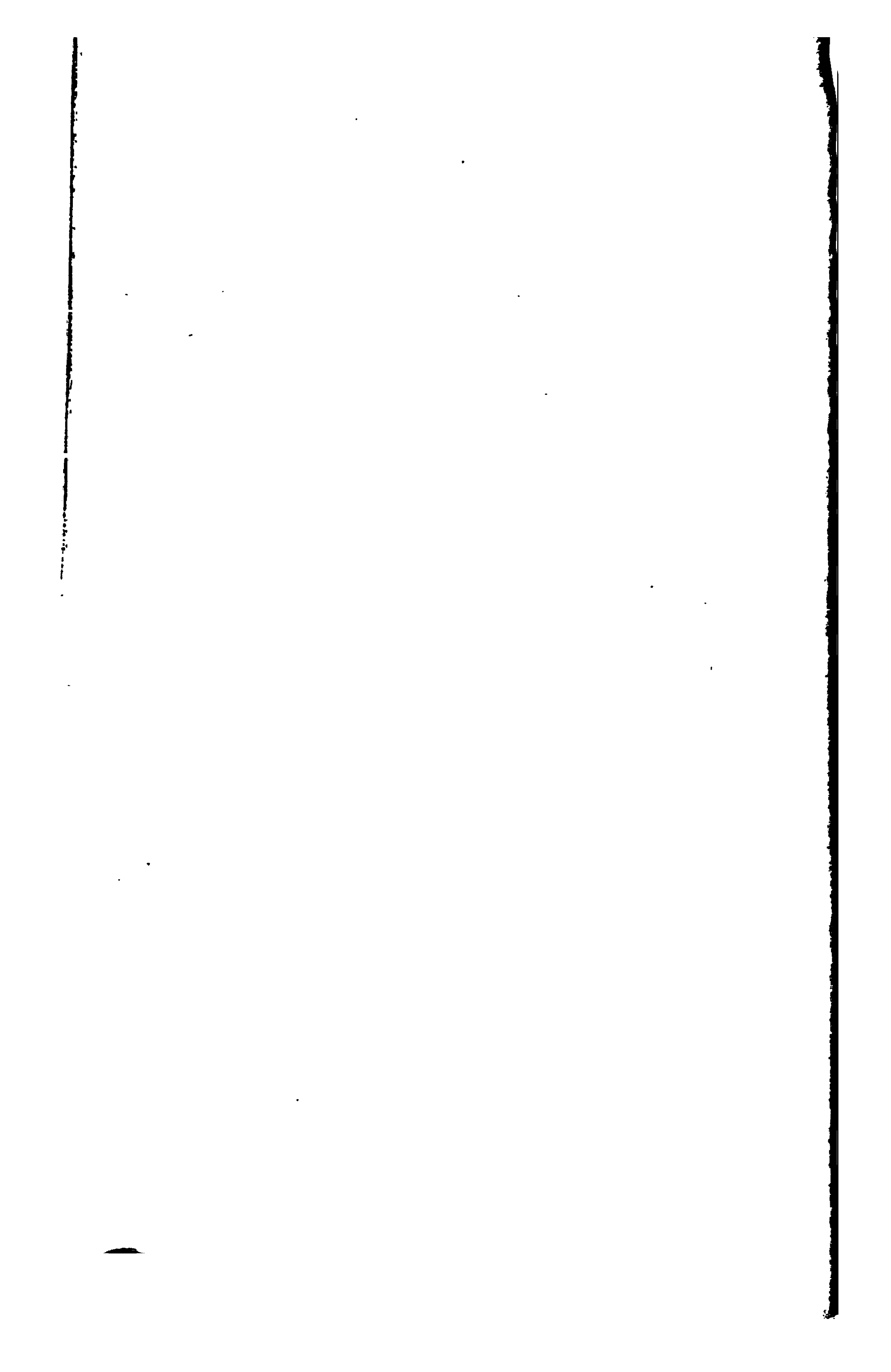
III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichniss ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden vom Jahre 1880 an noch in besonderen Heften unter dem Titel: „Monatshefte für Chemie und verwandte Theile anderer Wissenschaften" herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 5 fl. oder 10 Mark.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. BAND. III., IV. u. V. HEFT.

Jahrgang 1881. — October, November u. December.

(Mit 10 Tafeln und 2 Holzschnitten.)

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

INH[illegible]

des 3., 4. und 5. Heftes October, [illegible]
LXXXIV. Bandes, **III.** Abth. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. 60 kr. = 5 RMk. 20 Pfg.

SITZUNGSBERICHTE

DER

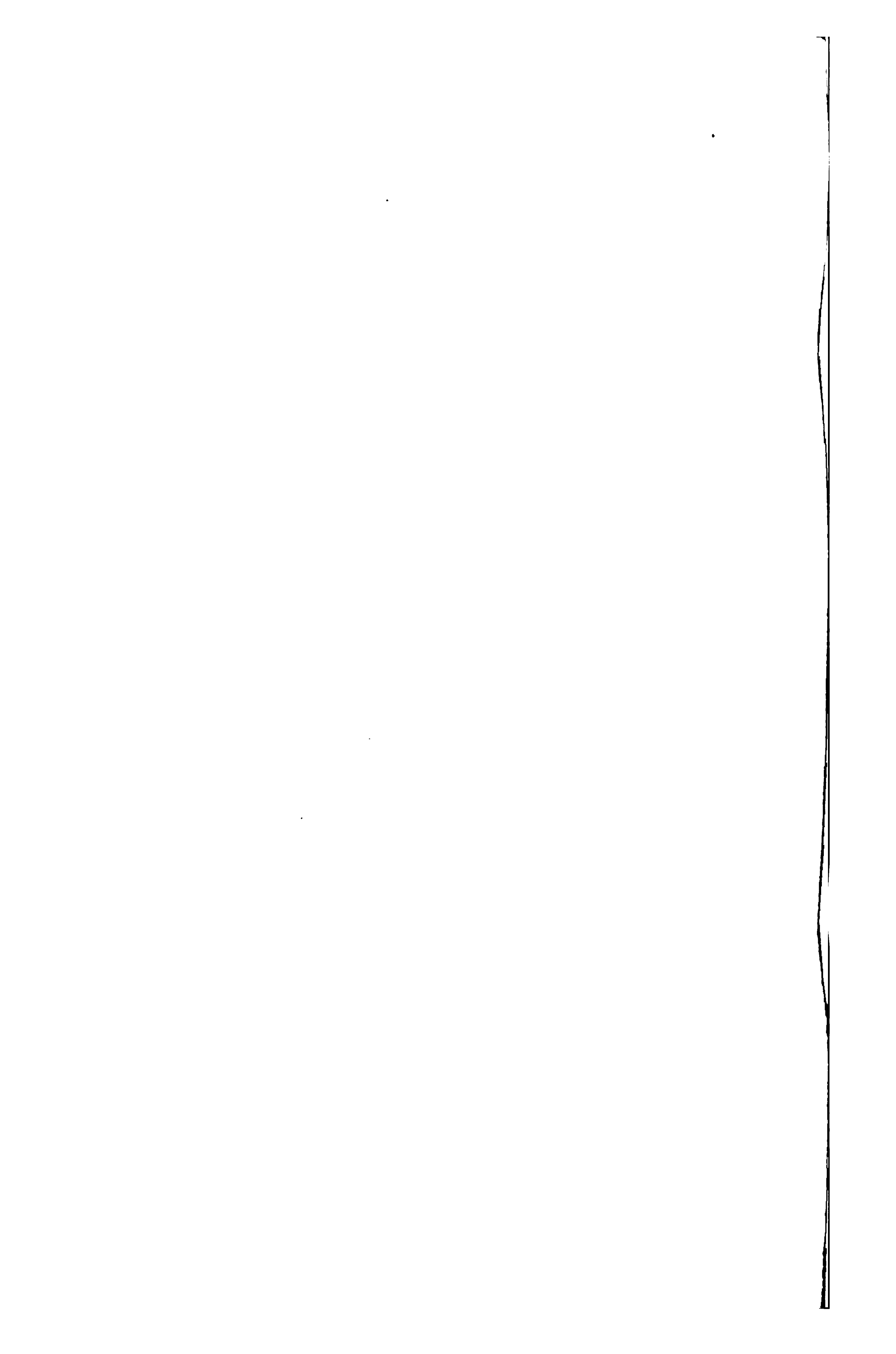
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. Band. III. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.



XX. SITZUNG VOM 6. OCTOBER 1881.

Der Vicepräsident der Akademie Herr Hofrath Freiherr v. Burg führt den Vorsitz und begrüsst die Mitglieder der Classe bei ihrem Wiederzusammentritte nach den akademischen Ferien.

In Verhinderung des Herrn Hofrathes Stefan functionirt Herr Director Hann über Einladung des Vorsitzenden als Secretär der Classe.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 22. Juli d. J. erfolgten Ableben des wirklichen Mitgliedes Herrn Josef Haupt, Custos der k. k. Hofbibliothek.

Die Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der niederösterreichischen Statthalterei eingelieferten graphischen Darstellungen der Eisverhältnisse am Donaustrome und am Marchflusse in der Winterperiode 1880/81.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt zwölf Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke übermittelt im Namen und Auftrage des Verfassers das Druckwerk: „Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung.“ I. Theil des VI. Bandes des Handbuches der Physiologie, bearbeitet von Prof. C. v. Voit in München.

Herr Prof. Dr. J. Woldřich in Wien dankt für die ihm zur Fortsetzung seiner geologisch-paläontologischen Untersuchungen im Böhmerwalde bewilligte Subvention.

Herr Dr. Felix v. Luschan in Wien spricht seinen Dank aus für die ihm zur Theilnahme an der im Monate März d. J. im Auftrage des k. k. Unterrichtsministeriums unternommenen

wissenschaftlichen Expedition nach Klein-Asien von der Akademie gewährte Subvention und übersendet einen vorläufigen Reisebericht.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine im physiologischen Institute der Universität zu Prag von dem Assistenten dieses Institutes Herrn Dr. J. Singer ausgeführte Arbeit: „Über secundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes.“

Ferner werden folgende eingesendete Abhandlungen vorgelegt:

1. „Über einige akustische Bewegungserscheinungen, insbesondere über das Schallradiometer,“ von Herrn Prof. Dr. V. Dvořák in Agram.
2. „Beitrag zur Chemie der Ceritmetalle“, von Herrn Dr. Bohuslav Brauner, d. Z. in Rostok.
3. „Zur Theilung des Winkels,“ von Herrn Hugo Schwendenwein in Graz.
4. „Über das Bandenspectrum der Luft“, von Herrn Dr. Eugen Goldstein in Berlin.

Herr Dr. James Moser in Cambridge übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Die mikrophonische Wirkung der Selenzellen.“

Die Herren Professoren Dr. Richard Přibram und Dr. Al. Handl in Czernowitz übersenden eine Arbeit: „Über die specifische Zähigkeit der Flüssigkeiten und ihre Beziehung zur chemischen Constitution.“ III. Abhandlung.

Herr Prof. Jos. Schlesinger an der Hochschule für Bodencultur in Wien übersendet ein versiegeltes Schreiben mit dem Ersuchen um Wahrung seiner Priorität, welches die Aufschrift trägt: „Einheit in der Naturforschung.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 45e année, 2e série, tome X, Nrs. 28—38. Paris, 1881; 8°.

— des Sciences, Belles Lettres et Arts de Lyon: Mémoires. Classe de sciences, Vol. XXIV. Paris, Lyon 1879—80; 8°.

— royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin, 50e année, 3e série, tome I, Nr. 6;

tome II, Nr. 7. Bruxelles, 1881; 8⁰. — Liste des Criocérides. Bruxelles, 1881; 8⁰.

Academy, the American of Arts and Sciences: Proceedings N. S. Vol. VIII. Whole series. Vol. XVI. Part II. From February, 1881 to June, 1881. Boston, 1881; 8⁰.

Ackerbau-Ministerium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1880. I. Heft: Production aus dem Pflanzenbau. Wien, 1881; 8⁰. — III. Heft: Der Bergwerksbetrieb Österreichs im Jahre 1880. 1. Lieferung. Wien, 1881; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften, königl. preussische zu Berlin Monatsbericht. März, April & Mai 1881. Berlin, 1881; 8⁰.

— kaiserliche Leopoldino-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII. Nr. 11—12, 13—14, 15—16, Juni, Juli u. August 1881, Halle a. S. 4⁰. — Nova Acta Band 41 Pars I. Halle, 1879; 4⁰. — Pars II. Halle, 1880; 4⁰

Apotheker-Verein, Allgem.-österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt, XIX. Jahrgang, Nr. 21—28. Wien, 1881; 8⁰.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVII. Theil 1. Heft. Leipzig, 1881; 8⁰.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1878. X. Heft. Wien, 1881; 8⁰. — Statistische Nachweisungen über den Zinsfuss der Hypothekar-Darlehen in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern im Jahre 1879. Wien, 1881; 4⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 29—39. Cöthen, 1881; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII, Nrs. 2—12. Paris, 1881; 4⁰.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. II. Jahrgang, Heft VII & VIII. Berlin, 1881; 4⁰.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang Nr. 13. & 14 Berlin, 1881; 8⁰.

Gesellschaft, deutsche geologische: Zeitschrift. XXXIII. Band, 1. Heft, Berlin, 1881; 8⁰.

— gelehrte estnische zu Dorpat: Sitzungsberichte 1880. Dorpat 1881; 8⁰.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXIV (neue Folge XIV), Wien, 1881; 8⁰.

Gesellschaft, österreichische, zur Förderung der chemischen Industrie: Berichte. III. Jahrgang. Nr. 2. Prag, 1881; 4°.

— österr., für Meteorologie. Zeitschrift. XVI. Jahrgang. August- und September-Heft 1881. Wien, 1881; 8°.

Gewerbe-Verein, n. ö.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang. Nr. 29—39. Wien, 1881; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 29—39. Wien, 1881; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. XI. Band. Jahrgang 1879. Heft 1, Berlin, 1881; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften. Für 1880. I. Heft. Giessen, 1881; 8°.

Journal für praktische Chemie. 1881. Nr. 14. 15 u. 16. N. F. Band 24. 3, 4. & 5. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1881. 7., 8. und 9. Heft. Wien, 1881; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. VIII, IX u. X. und Ergänzungsheft Nr. 66. Gotha, 1881; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 25ᵉ année de Publication. 3ᵉ série. Tome XI. 476ᵉ u. 477ᵉ livraisons. Août et Septembre 1881. Paris; 4°.

Nature. Vol. XXIV, Nr. 613—617, 620, 622. London, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. von Dr. Ph. Carl. XVII. Band, 8. u. 9. Heft. München und Leipzig, 1881; 8°.

Société géologique de France: Bulletin. 3ᵉ série, tome VII. — 1879 Nrs. 9 & 10. Paris, 1878 à 1879; 8°, tome VIII. — 1880 Nr. 2. Paris, 1879 à 1880; 8°, tome IX. — 1881. Nrs. 1—3. Paris 1880 à 1881; 8°.

— d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon: Annales. 5ᵉ série. Tome II. 1879. Lyon, Paris, 1880; 8°. — Nouvelles remarques sur la Nomenclature botanique par le Dr. Saint-Lager. Paris, 1881; 8°.

Society, the Buffalo of Natural Sciences: Bulletin. Vol. III, Nr. 5. Buffalo, 1877; 8°.

Society the royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. I. Part 4. August, 1881. London & Edinburgh, 8⁰

— the royal astronomical: Monthly notices, Vol. XLI. Nr. 8. June 1881; London; 8⁰.

— the royal geographical: Proceedings and monthly Report of Geography. Vol. III. Nr. 8. August, 1881. London; 8⁰.

Verein, naturhistorischer der preussischen Rheinlande und Westfalens: Verhandlungen. XXXVII. Jahrgang. Zweite Hälfte. Bonn, 1880; 8⁰. XXXVIII. Jahrgang. Erste Hälfte. Bonn, 1881; 8⁰. — Die Käfer Westfalens von Fr. Westhoff. I. Abtheilung. Bonn, 1881; 8⁰.

Vierteljahresschrift, österreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. LV. Band, II. Heft. Wien, 1881; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 30 bis 40. Wien, 1881; 4⁰.

Über secundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes.

Von Dr. **J. Singer,**
Assistenten am physiologischen Institute zu Prag.

(Mit 2 Tafeln.)

Nachdem Ludwig Türck zum erstenmale im Jahre 1851 die secundären Degenerationen nach umschriebenen Grosshirn- und Rückenmarksläsionen als ein wichtiges Hilfsmittel zur Erforschung des Faserverlaufes im Centralnervensysteme kennen gelehrt hatte, und seine Beobachtungen von vielen Seiten wiederholt und bestätigt wurden, war die Frage von grossem Interesse, ob analoge Veränderungen sich am Thiere experimentell hervorrufen und, von den beim Menschen gewöhnlich hinzutretenden Complicationen frei, zur Aufklärung der Architektonik des Rückenmarkes verwerthen lassen. Nach einer von Philipeaux & Vulpian[1] mit negativem Erfolge durchgeführten Versuchsreihe gelang es Westphal[2] durch umschriebene Rückenmarksverletzungen (Durchbohrung mit einem Drillbohrer) an Hunden secundäre Degeneration zu erzeugen. Doch waren Westphal's Befunde nicht geeignet, grosses Zutrauen in die Brauchbarkeit der Methode zu erwecken, da die Degeneration in einer Form auftrat, die mit den am Menschen erhaltenen Ergebnissen wenig Übereinstimmendes bot. Auch Vulpian, der im Jahre 1870, seinen früheren negativen Resultaten gegenüber, jetzt die Constanz des Auftretens der secundären Degeneration nach Rückenmarksverletzungen angab[3], fand, dass die Befunde bei verschiedenen Thieren nicht recht mit einander übereinstimmten. Erst Schieffer

---

[1] Arch. de Phys. pathol. et norm. 1869.
[2] Arch. f. Psychiatrie II. 1870.
[3] Arch. de Phys. pathol et norm. 1870.

decker gelang es, die Gesetzmässigkeit der Localisation der secundären Degeneration auch beim Hunde nachzuweisen. Er fand [1], dass nach totalen Rückenmarksdurchschneidungen an sechs verschiedenen Stellen der weissen Substanz Degeneration auftritt, und zwar degeneriren aufsteigend:

1. Dicht über dem Schnitte die Hinterstränge total. Diese Degeneration beschränkt sich in einiger Höhe überdem Schnitt, auf eine im Querschnitte dreieckige, zu beiden Seiten des Septum medianum gelegene Stelle, und lässt sich unter allmäliger Abnahme bis zur Rautengrube verfolgen.

2. Eine schmale, bandförmige, an der hinteren Peripherie der Seitenstränge gelegene Zone, welche nach vorne bis zu deren Mitte reicht.

Absteigend degenerirt fand Schiefferdecker: 1. Faserzüge, welche die ganze Peripherie der Vorderstränge einnehmen, wie er meint, analog der Türck'schen Hülsenvorderstrangbahn.

2. Zerstreute Fasern in den Vordersträngen.

3. Zerstreute Fasern in den Seitensträngen.

4. Eine Anzahl von Fasern in den Seitensträngen, die er für analog der Türck'schen Pyramidenseitenstrangbahn erklärt.

Schiefferdecker unterzog die aufsteigende Degeneration einer genauen quantitativen Untersuchung, constatirte eine in bestimmten Absätzen erfolgende Abnahme und folgerte hieraus, dass im Rückenmark „zwei centripetalleitende Stränge verlaufen, welche von Zeit zu Zeit einen Theil ihrer Fasern in die graue Substanz senden und schliesslich mit relativ gleichen Fasermengen in die Medulla oblongata eintreten“.

Diese Absätze hält Schiefferdecker für den anatomischen Ausdruck von sogenannten Centren, „so zwar, dass ein Centrum durch die zwischen zwei Absätzen gelegene graue Substanz gebildet wird“. [2]

Gleichzeitig mit Schiefferdecker's Arbeit erschien das grosse Werk Paul Flechsig's „Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen“ [3]. Die successive Markscheiden-

---

[1] Arch. für pathol. Anat. Bd. 67 1876.

[2] L. c. S. 581.

[3] Leipzig, Engelmann, 1876.

bildung in der weissen Substanz des Rückenmarks zum Ausgangspunkte nehmend, gelang es Flechsig, die Türck'schen Beobachtungen zu bestätigen und zu vervollständigen. Er unterscheidet ebenfalls zwei centripetalleitende und zwei centrifugalleitende Stränge:

1. Die directe Kleinhirnseitenstrangbahn, identisch mit der degenerirten Zone im hinteren Theil des Seitenstranges beim Hund.

2. Die Goll'schen Stränge, entsprechend den degenerirten Partien der Hinterstränge des Hundes.

3. Die Pyramidenseitenstrangbahn und

4. Die Pyramidenvorderstrangbahn, die beiden letzteren entsprechend der Pyramidenseitenstrangbahn und der Hülsenvorderstrangbahn Türck's.

Was den Ursprung und die Verlaufsweise dieser Bahnen betrifft, so gab Flechsig in seinem grossen Werke bezüglich der beiden ersten an, dass ihr Querschnitt von unten nach oben eine stete Zunahme zeige, dass dieselben also Fasersystemen entsprechen, welche zwar allenthalben Fasern aus der grauen Substanz erhalten, aber solche nicht wieder dahin abgeben[1]. Beide bringt er bezüglich ihres Ursprungs in innigen Connex mit den Clarke'schen Säulen, lässt aber bezüglich der Goll'schen Stränge die Möglichkeit eines directen Zusammenhanges mit hinteren Wurzelfasern offen[2]. Entschiedener für den Zusammenhang der Goll'schen Stränge mit den hinteren Wurzeln spricht sich Flechsig in seinen Arbeiten jüngeren Datums aus[3]. Die Grundlage für diese Anschauung bilden vier interessante Fälle von secundärer Degeneration der Hinterstränge des Rückenmarks in Folge von Compression der Cauda equina durch eine Neubildung, welche von Cornil[4], Lange[5], Leyden[6] und Simon[7] publicirt wurden. In diesen Fällen waren degenerirte Fasern durch

---

[1] L. c. S. 311.
[2] L. c. S. 297 & 311.
[3] Über Systemerkrankungen. Arch. f. Heilkd. 1877, S. 125 & 131.
[4] Citirt bei Bouchard, Arch. gener. de med. 1866·1.
[5] Referat in Schmidt's Jahrb. 1872, Bd. 155.
[6] Klinik der Rückenmarkskrankheiten II. 1876.
[7] Arch. f. Psychiatr. V, 1874.

die ganze Länge des Rückenmarks nachzuweisen. Diesen directen Zusammenhang der hinteren Wurzeln mit der Medulla oblongata glaubte P. Mayser auf Grund einer am Kaninchenrückenmark angestellten Untersuchung in Abrede stellen zu dürfen [1]. Ich werde darauf zurückkommen.

Was nun die Pyramidenbahnen anbelangt, so gab besonders ihr Ursprung im Grosshirn Anlass zu ausführlicheren Erörterungen.

Während Charcot und seine Schüler auf Grund klinischer Untersuchungen zu dem Resultate gelangten, dass die Pyramidenbahnen nach Läsionen der sogenannten motorischen Rindenzone und des dazu gehörigen Abschnittes des Centrum semiovale degeneriren, und Flechsig auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchung ebenfalls für den Ursprung der Pyramidenbahn aus der Rinde der Centralwindungen eintrat [2], welche Ansicht durch die positiven Befunde von secundärer Degeneration nach experimenteller Zerstörung der motorischen Rindengebiete des Hundes durch französische Experimentatoren [3] neue Stützen erhielt, veröffentlichte Binswanger im Jahre 1879 die Resultate einer grösseren Versuchsreihe an Hunden über dieselbe Frage. In keinem der von ihm untersuchten Fälle fand er secundäre Degeneration vor und folgerte daraus, dass die Rindenbezirke der motorischen Sphäre des Hundes in keiner Beziehung zu den Pyramidenbahnen stehen. [4]

Zu ähnlichen Resultaten gelangte Binswanger in einer neueren klinischen Arbeit über drei Fälle von Rindenläsionen der motorischen Zone, in denen keine secundäre Degeneration sich nachweisen liess. [5] Diesen einander zum Theil widersprechenden Resultaten gegenüber war es für mich von grossem Interesse, die Lehre von der secundären Degeneration von Neuem einer experimentellen Untersuchung zu unterziehen, besonders mit Rücksicht auf die Erforschung des Ursprungs der Goll'schen Stränge und

---

[1] Arch. für Psychiatrie 1876. Bd. 7, S. 579.

[2] Flechsig, Systemerkrankungen, Arch. f. Heilkd. 1877, S. 292.

[3] Vulpian, Arch. de phys. 1876, Francket Pitres, Gaz. med. de Paris 1880, Nr. 12.

[4] Tageblatt der 52. Naturforscherversammlung, S. 379.

[5] Archiv für Psychiatrie XI. Bd., S. 327.

der Pyramidenbahnen. Die Resultate dieser Arbeit erlaube ich mir in der Hoffnung mitzutheilen, einige zur Lösung dieser Fragen brauchbare Beobachtungen zu liefern.

I.

Secundäre Degeneration nach totaler und partieller Rückenmarksdurchschneidung.

Zur Ausführung der Operation wurde in tiefer combinirter Morphium-Chloroformnarkose die Wirbelsäule an der Grenze zwischen Brust- und Lendenmark frei präparirt, der Dornfortsatz des zwölften Brustwirbels mit der Knochenzange abgetragen und das Rückenmark durch eine Trepanöffnung blossgelegt. Nach der Durchschneidung wurde die Wunde behufs Blutstillung durch mehrere Nähte geschlossen, welche Tags darauf entfernt wurden. Die darauf folgende offene Behandlung der Wunde gab in allen Fällen günstige Resultate. In 14—20 Tagen war die Wunde vernarbt. Die Thiere blieben im Käfig eingesperrt; dadurch, sowie durch häufiges Baden derselben, wurde die Decubitusbildung fast gänzlich hintangehalten. In allen Fällen beobachtete ich die von Goltz und Freusberg beschriebenen Reflexbewegungen und habe ich der Beschreibung dieser Forscher nichts Wesentliches hinzuzufügen. Getödtet wurden die Thiere gewöhnlich 5—6 Wochen nach der Operation. Das Rückenmark wurde in einer 2procentigen Lösung von Kali bichromicum gehärtet, das zur Untersuchung bestimmte Stück auf 6—12 Stunden in Alkohol gelegt und mittels eines Weigert'schen Mikrotoms in feine Querschnitte zerlegt, welche in gebräuchlicher Weise in Pikrokarmin gefärbt und, nach erfolgter Entwässerung durch Alkohol, in Nelkenöl aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen wurden.

Schon makroskopisch liess sich, und dies gilt für alle noch zu beschreibenden Formen von secundärer Degeneration, die topographische Vertheilung derselben am gehärteten Organ deutlich erkennen. Unterhalb der Schnittstelle, welche durch eine derbe Narbe repräsentirt ist, in welcher die Rückenmarkstümpfe konisch enden, erscheint die, nach Chromsäurehärtung gewöhnlich dunkelgrünbraun gefärbte, weisse Substanz diffus gelblich verfärbt; diese Färbung ist etwas stärker an der inneren Partie der

Vorderstränge und nimmt nach unten rasch ab, um in der Lendenanschwellung ganz zu verschwinden. Über der Schnittstelle ist die diffuse gelbliche Verfärbung bis in den Anfangstheil des Halsmarkes zu verfolgen, doch treten die compact degenerirten Fasermassen, besonders in den Hintersträngen, in gesättigterem Gelb deutlich hervor. Ebenso grenzen sich die erkrankten Partien an gefärbten Schnitten durch gesättigtere Tinction deutlich ab.

Die mikroskopische Untersuchung der erkrankten Partien zeigt folgende Veränderungen: Dicht unter- und oberhalb des Schnittes, etwa 1 Ctm. nach oben, 1,5 Ctm. nach unten sich erstreckend, zeigt das Mark die von Schiefferdecker beschriebene „traumatische Degeneration“.

Die weisse Substanz erscheint durchsetzt von zahlreichen, unregelmässig zerstreuten Lücken, in denen die Nervenfasern fehlen und durch glasige, oft einen unverhältnissmässig grossen Raum einnehmende Klumpen ersetzt sind.

Die Beobachtung Schiefferdecker's, dass die Hinterstränge von dieser Erkrankung nicht betroffen werden, kann ich bestätigen. Weiter von der Schnittstelle tritt das Bild der traumatischen Degeneration zurück, die kolossalen Klumpen verschwinden, und die degenerirten Nervenfasern erscheinen auf dem Querschnitte als glänzende, durchsichtige Scheiben, die aber den Querschnitt der normalen Nervenfaser nicht so bedeutend überschreiten; Reste des Axencylinders sind innerhalb derselben oft nachzuweisen. In etwas älteren Stadien der Erkrankung (6—8 Wochen) erscheinen die interstitiellen Septa deutlich verbreitert, und erstreckt sich die Verbreiterung auch auf die umliegenden normalen Partien. Zahlreiche Körnchenzellen sind über die degenerirte Partie verbreitet. Auf Längsschnitten erscheint die Markscheide in eine Reihe von hyalinen Klumpen zerklüftet, zwischen denen noch häufig der manchmal intacte meist aber geschwollene und deforme Axencylinder angetroffen wird. Betrachtet man die degenerirten Partien im polarisirten Lichte, so zeigt sich, dass die Eigenschaft der Doppelbrechung nicht vollständig verloren gegangen ist. Einige der beschriebenen Klumpen zeigen bei gekreuzten Nikoln das bekannte Kreuz auf's Schönste, bei anderen reducirt sich dasselbe auf vier, die äusserste Peripherie einnehmende helle Säume; manche Schollen

erscheinen von einem leuchtenden Saum umgeben, in vielen zeigen sich unregelmässig vertheilte leuchtende Punkte, die Mehrzahl endlich bleibt gänzlich dunkel.

Schreiten wir jetzt zur Untersuchung der topographischen Vertheilung der Degeneration unterhalb der Continuitätstrennung, so sehen wir wenig, was an das Auftreten derselben beim Menschen erinnert. An der medianen Grenzschichte der Vorderstränge (Taf. I. 1) beginnt eine schmale, zusammenhängende Degenerationszone, welche im vorderen Winkel des Vorderstranges sich etwas verbreitert und sich noch ein kleines Stück nach aussen erstreckt, dann aber in eine vollständig diffuse Degeneration übergeht, welche über den ganzen Querschnitt der Vorderseitenstränge verbreitet ist. Die zerstreut degenerirten Fasern nehmen im vorderen Theile der Seitenstränge eine mehr periphere Stellung ein. In gleicher Linie mit der hinteren Commissur tritt die Hauptmasse derselben mehr nach innen, um den intacten Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn Platz zu machen, die sich, wenn auch von degenerirten Fasern durchsetzt, durch ihr starkes Caliber ziemlich deutlich erkennen lassen. Im hinteren Theile des Seitenstranges springt eine zerstreute Gruppe dickster degenerirter Fasern deutlich ins Auge.

Verfolgen wir die absteigende Degeneration weiter nach abwärts, so zeigt sie gegen die Lendenanschwellung hin eine rasche Abnahme und zwar verschwinden zuerst die nach innen liegenden degenerirten Fasern, während die nach der Peripherie hin liegenden sich noch bis zum Anfang der Lendenanschwellung verfolgen lassen. In der Lendenanschwellung selbst sind noch vereinzelte degenerirte Fasern anzutreffen, weiter unten verschwinden sie vollständig.

Wie ich bereits oben erwähnt habe, hält Schiefferdecker die degenerirten Fasern der Vorderstränge für gleichwerthig der Hülsenvorderstrangbahn Türck's, die dicken degenerirten Fasern des hinteren Theiles der Seitenstränge für gleichwerthig der Pyramidenseitenstrangbahn, und stellt sie den übrigen zerstreuten Fasern der Vorderseitenstränge gegenüber. Diese Sonderung ist aber durchaus nicht scharf.

Eine vorurtheilsfreie Betrachtung der Fig. 1 zeigt eben nur eine vollständig diffuse Degeneration, welche an der Fissura med.

anter. etwas compacter wird. Die Beobachtung Schiefferdecker's, dass die fraglichen Fasern tiefer hinab zu verfolgen sind, als die übrigen, ist wohl richtig, aber ich muss sie dahin ergänzen, dass zwischen den beiden in Frage stehenden Fasercomplexen bis zu dem Augenblicke ihres Verschwindens stets eine schmale Zone degenerirter Fasern erhalten bleibt, welche, die äusserste Peripherie des Seitenstranges einnehmend, mit jenen zugleich verschwindet.

Ist die Sonderung der erwähnten Fasern ohnehin keine scharfe, so spricht noch gegen die Auffassung der degenerirten Fasern im Vorderstrange als Pyramidenbahn die von Flechsig am Rückenmarke neugeborener Hunde gemachte Beobachtung, dass die Pyramidenfasern des Hundes vollständig in den Seitenstrang übergehen[1], was ich aus eigener Erfahrung für Hund sowohl als für Katze bestätigen kann[2]. Nehmen wir hinzu, dass keiner der erwähnten französischen Experimentatoren von einer secundären Degeneration der Vorderstränge berichtet, so erscheint die Berechtigung der Auffassung Schiefferdecker's sehr zweifelhaft. Wie begründet die Vermuthung Flechsig's war, dass diese Fasern mit den Pyramidenbahnen nichts zu thun haben[3], werde ich bei Erwähnung der secundären Degeneration nach Hirnrindenverletzungen zu beweisen Gelegenheit haben.

Was die Vertheilung der Degeneration über dem Schnitte anbelangt, so findet man dicht über der Narbe die Hinterstränge total degenerirt und in den Seitensträngen erkennt man neben der diffusen traumatischen Degeneration die deutlicher abgegrenzten Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn. Weiter oben, schon einen Nervenursprung über dem Schnitt, erfolgt eine rasche Abnahme der Degeneration in den Hintersträngen. Zuerst erscheinen die den medialen Partien der Hinterhörner anliegenden Theile der weissen Substanz normal, dann treten auch an der hinteren Commissur normale Fasern auf und es beschränkt sich die Degeneration auf das bekannte Dreieck, wie es Taf. I. 2 versinnlicht. Unter allmälig erfolgender Verkleinerung des Quer-

---

1 Über Systemerkrankungen. Archiv für Heilkd. 1877, S. 341.
2 Ich habe drei neugeborene Hunde und zwei Katzen untersucht.
3 L. c. S. 341.

schnittes lässt sich das Degenerationsdreieck bis in den Anfangstheil der Medulla oblongata verfolgen und man erkennt noch inmitten der grauen Substanz der Kerne der Funiculi graciles die degenerirten Fasern deutlich. Dass es sich nicht um eine relative, sondern absolute Abnahme des Querschnittes handelt, lehrt eine Messung in verschiedenen Höhen des Markes. Es verhielten sich die Höhen des degenerirten Dreiecks aus dem mittleren Theile des Dorsalmarkes und dem oberen Theile des Halsmarkes wie 30:12, die Breiten der Basis wie 50:30.

Was die aufsteigende Degeneration der Seitenstränge betrifft, so stimmt mein Befund nicht vollständig mit dem Schiefferdecker's überein. Aus seiner Abbildung sowohl, wie aus den seiner Arbeit beigegebenen Umrisszeichnungen[1] wäre zu entnehmen, dass es sich um ein vollständig abgeschlossenes Fasersystem handelt. Dies ist in den von mir untersuchten Individuen nicht der Fall. Der lateralen Seite des Apex cornu posterioris anliegend, etwa in seinem hinteren Drittel beginnend (s. Taf. I. 2), erscheint eine schmale, vielfach von normalen Fasern unterbrochene Degenerationszone, welche, an der Peripherie der hinteren Partie des Seitenstranges compact werdend, von hier unter rascher Querschnittszunahme nach aussen zieht und etwa in der Mitte der Strecke zwischen ihrem Ausgangspunkte und der in Fig. 2 mit *l* bezeichneten Einkerbung, die der Insertion des Ligamentum denticulatum entspricht, ihre grösste Mächtigkeit erlangt. Weiter nach vorne nimmt ihr Querschnitt rasch ab, die degenerirten Fasern verbreiten sich über den ganzen Querschnitt des Seitenstranges und erleiden an der erwähnten Stelle eine vollständige Zersprengung. Noch weiter nach vorn findet sich nur eine diffuse über den Seitenstrang verbreitete Degeneration vor. Auch die hinteren Partien der Seitenstränge, wo die dicken, absteigend degenerirenden Fasern verlaufen, sowie die von der absteigenden Degeneration verschonte, an die graue Substanz grenzende Partie des Seitenstranges, sind von zahlreichen degenerirten Fasern durchsetzt. Am wenigsten betroffen ist, wie zu erwarten war, die Peripherie der Vorderstränge. — So repräsentirt sich das Bild der aufsteigenden Degeneration der

1 L. c. Tafel XXI, Fig. 1 und Tafel XXIII.

Seitenstränge im unteren Dritttheile des Dorsalmarkes. Verfolgt man dieselbe weiter aufwärts, so findet vorerst keine ins Auge fallende Abnahme statt, wohl aber ist dies der Fall am Übergang zum Halsmarke. Nachdem bereits im oberen Theile des Dorsalmarkes die zerstreut degenerirten Fasern an Zahl etwas abgenommen, verschwinden dieselben in der Höhe des siebenten Halsnerven fast gänzlich aus der inneren Partie der Seitenstränge, zugleich aber ist es gerade der compacte Theil der degenerirten Zone, welcher hier eine merkliche Abnahme erleidet, so dass ein Schnitt aus der Mitte der Halsanschwellung das Bild zeigt, wie es Taf. I. 3 versinnlicht. Zusammenhängend degenerirt ist nur die oben erwähnte Zone vom hinteren Drittel des Apex cornu posterioris bis zur Mitte der schon näher bezeichneten Strecke, dann folgt eine die äusserste Peripherie des Seitenstranges einnehmende Zone von zerstreut verlaufenden degenerirten Fasern, die sich bis zum Austritt der vorderen Wurzeln erstreckt. Die innere Partie der Seitenstränge erscheint normal. Die degenerirten Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn konnte ich bis in die Corpora restiformia verfolgen. Weiter gegen das Kleinhirn zu ist ihre Verfolgung nicht möglich, da sie durch die Fibrae arciformes auseinandergedrängt werden.

Die Beschreibung, die ich von der aufsteigenden Degeneration der Seitenstränge gegeben habe, macht es zugleich ersichtlich, dass eine messende Untersuchung derselben in meinen Fällen nicht möglich war, da die degenerirte Partie sich nirgends so scharf abgrenzte, wie in den Hintersträngen.

Bevor ich zu den Resultaten der von mir ausgeführten Messungen übergehe, will ich noch in Kürze zweier Beobachtungen am Hunde gedenken, die nicht ohne Interesse sind und auch eine kurze Beschreibung der secundären Degeneration am Taubenrückenmark nach vollständiger Quertheilung desselben hinzufügen.

In dem ersten der erwähnten Fälle handelt es sich um eine genau halbseitige Durchschneidung in der Gegend des zwölften Brustnerven, welche in der Weise ausgeführt wurde, dass zwischen den beiden Hintersträngen ein feines Schutzmesser senkrecht eingestochen und dann mit einem zweiten Messer blos der linke Hinterstrang, der Seiten- und Vorderstrang durchschnitten

wurden. Wie ein Blick auf Taf. I. 4 lehrt, beschränkt sich die Degeneration in diesem Falle genau auf den linken Seiten- und Hinterstrang. Der rechte Hinterstrang ist vollständig normal. In dem zweiten Falle wurden beide Hinterstränge, der linke Seiten- und Vorderstrang in der Höhe des ersten Lendennerven durchschnitten. Nach vierzehn Tagen wurde zwei Nervenursprünge höher eine totale Rückenmarksdurchschneidung hinzugefügt. Das Thier starb zwölf Tage nach der zweiten Operation. Die Untersuchung des zwischen beiden Schnitten gelegenen Rückenmarkstückes zeigt (Taf. I. 5) eine Vereinigung von auf- und absteigender Degeneration. Beide Hinterstränge und der linke Seitenstrang sind erkrankt, ausserdem erkennt man aber die degenerirte schmale Zone der Vorderstränge, die für die absteigende Degeneration charakteristisch ist. Was von den zahlreichen zerstreut degenerirten Fasern centrifugal, was centripetal degenerirt ist, kann man natürlich nicht entscheiden, betont muss aber werden, dass auf dem Querschnitte der Vorder- und Seitenstränge die Mehrzahl der Fasern intact ist.

Was das Taubenrückenmark anbelangt, so zeigt es über der Schnittstelle nichts Abweichendes von den am Hunde erhaltenen Resultaten. [1] Wir finden (Taf. I. 6) sowohl in den Hinter-, als auch in den Seitensträngen die Degeneration an den uns bekannten Stellen.

Interessant aber ist der Befund in dem unterhalb des Schnittes gelegenen Theil des Rückenmarks. Es findet sich hier nämlich eine zusammenhängende Degeneration in den Vordersträngen (Taf. I. 7), welche unter allmäliger Abnahme bis unterhalb der Lendenanschwellung verfolgt werden kann, und lebhaft an die Pyramidenvorderstrangbahn des Menschen erinnert. Die Seitenstränge enthalten nichts Abnormes. Ob dieser Faserstrang einer langen, d. i. vom Gehirn herabsteigenden Bahn entspricht, oder ob er nur eine sogenannte kurze, innerhalb des Rückenmarks gelegene Bahn repräsentirt, kann ich noch nicht sagen. In einem Falle, wo ich einer Taube die linke Grosshirnhemisphäre exstirpirte, fand ich das Rückenmark vier Wochen nach der Operation

[1] Die Tauben, an denen diese Beobachtungen gemacht wurden, waren zwei bis drei Monate nach der Operation getödtet worden.

vollständig normal. Ein grösseres Material liegt mir über diesen Gegenstand noch nicht vor.

Ich gehe jetzt über zu dem Versuche, die Abnahme der Degeneration in den Hintersträngen messend zu bestimmen. Ich verfuhr dabei nach der von Schiefferdecker angewendeten Methode. Mit Hartnack, Obj. 2, und Camera lucida wurden die Umrisse der degenerirten Partien auf feines weisses Papier gezeichnet, sorgfältig ausgeschnitten und auf einer feinen pharmaceutischen Wage gewogen. Man erhält auf diese Weise eine Reihe von Gewichtszahlen, die dem Querschnitte der degenerirten Partien proportional sind und ein Urtheil über die Abnahme der Degeneration gestatten. Von den fünf Fällen totaler Durchschneidung am Hunde, die mir zu Gebote standen, war leider nur einer zur Messung geeignet, welcher fünf Wochen nach der Operation getödtet, keine Spur von Schrumpfung zeigte. Folgendes sind die gefundenen Zahlen:

Dicht über dem Schnitt	0·2
Ursprung des XII. Brustnerven	0·060
" " XI. "	0·059
" " X. "	0·056
" " IX. "	0·053
" " VIII. "	0·047
" " VII. "	0·047
" " VI. "	0·047
" " V. "	0·040
" " IV. "	0·039
" " III. "	0·039
" " II. "	0·030
" " I. "	0·025
" " VIII. Halsnerven	0·020
" " VII. "	0·018
" " VI. "	0·017
" " V. "	0·017
" " IV. "	0·017
" " III. "	0·016
" " II. "	0·016
" " I. "	0·015

Es findet also von unten nach oben in diesem Falle eine Abnahme der Degeneration auf den vierten Theil ihrer ursprünglichen Masse statt. Diese Abnahme erfolgt allerdings in Absätzen, wie Schiefferdecker auch in seinem Falle beobachtet hat, doch erstreckt sich diese Übereinstimmung nur auf das Dorsalmark, innerhalb dessen die Hauptabnahme erfolgt, während im Halsmark die Degeneration keine wesentliche Abnahme mehr erleidet. Weitergehende Schlüsse auf den Bau des Rückenmarkes, wie dies von Schiefferdecker geschehen ist, aus diesen Messungen zu ziehen, halte ich mich nicht für berechtigt; man müsste zu diesem Zwecke jedenfalls über eine grössere Reihe von genauen Messungen an geeigneten Fällen verfügen können.

Indem ich die Schlussfolgerungen, die uns die hier mitgetheilten Beobachtungen gestatten, aufschiebe, bis ich die Resultate der Durchschneidungen der hinteren Wurzeln mitgetheilt habe, will ich noch Einiges über das zeitliche Auftreten der secundären Degeneration bemerken.

Die Zeit, in welcher secundäre Degeneration sich vollständig entwickelt, ist hauptsächlich abhängig vom Alter des operirten Thieres. Während der Process beim ausgewachsenen Thiere nur langsam und allmälig verläuft, bedarf es beim jungen, noch wachsenden Thiere einer sehr kurzen Zeit zu seinem vollständigen Ablauf. Die kürzeste Zeit, in der sich beim erwachsenen Hund Goll'sche Stränge und Kleinhirnseitenstrangbahnen bis in die Medulla oblongata hinauf erkrankt fanden, betrug zwölf Tage. In diesem Stadium sind die Nervenfasern etwas gequollen, die Axencylinder aufgetrieben, und am gehärteten Organ sind die erkrankten Partien bereits durch die charakteristische Gelbfärbung deutlich abgegrenzt. Die vollkommenste Entwickelung zeigt aber der Process in der fünften Woche nach der Operation, und desshalb empfiehlt sich dieses Stadium am meisten zur messenden Untersuchung. Beim nicht ausgewachsenen Thier fand ich schon gegen Ende der ersten Woche die secundäre Entartung vollendet, und zwischen vierter und fünfter Woche bereits hochgradige Schrumpfungserscheinungen. In einem solchen Falle waren in der Mitte des Dorsalmarks die Kleinhirnseitenstrangbahnen nur durch ein äusserst schmales, eben noch erkennbares bindegewebiges Band repräsentirt, und in den Hintersträngen fand

sich ein Dreieck von feinfaserigem Bindegewebe, in dem bereits keine Spur von Nervenfasern erkennbar war. Von grosser Wichtigkeit erscheint es, dass in solchen späten Stadien der Degeneration es oft sehr schwer fällt, in einiger Höhe über der Schnittstelle dieselbe überhaupt noch zu erkennen. Nur die Hinterstränge zeigen nach totalen Durchschneidungen auch nach längerer Zeit in den oberen Partien des Halsmarks erkennbare Spuren der Degeneration, in den Seitensträngen ist auch nahe über dem Schnitte nichts zu merken.

Erwähnen will ich noch einen Befund, den ich an einem Hunde machte, der sieben Monate nach einer halbseitigen Durchschneidung des Rückenmarks an der Grenze von Dorsal- und Lendenmark am Leben blieb, weil er für Experimentatoren, welche partielle Rückenmarksdurchschneidungen zu physiologischen Zwecken, mit längerer Erhaltung der Thiere machen, von Interesse sein dürfte. Es fand sich nämlich in der Mitte des Dorsalmarks auf der Seite der Verletzung der ganze Seitenstrang in der Ausdehnung eines Nervenursprungs vollständig durch narbiges Bindegewebe zerstört; überdies erschien das gleichnamige Vorder- und Hinterhorn geschrumpft und atrophisch. Es handelt sich hier wahrscheinlich um jene herdweise auftretende Degenerationsform, welche zuerst von Westphal[1] beschrieben wurde, und für welche auch Schiefferdecker am Hunde[2] und Kahler und Pick[3] am Menschen neue Beispiele beibrachten.

II.

Secundäre Degeneration nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln.

Über die interessante Frage, ob die hinteren Wurzeln directe Fortsätze bis zur Medulla oblongata entsenden („Gefühlsfasern" Schröder van der Kolks) liegt fast gar kein experimentelles Material vor. Ausser den erwähnten klinischen Beobachtungen, haben wir nur noch Mayser's Untersuchung, welche die Existenz

---

[1] Archiv für Psychiatrie II.
[2] L. c. S. 573.
[3] Arch. für Psychiatrie, X.

der bis zur Oblongata aufsteigenden Fasern für das Kaninchenrückenmark in Abrede stellt.

Zur Entscheidung dieser Frage sind von mir sechs Hunde operirt und untersucht worden. Bezüglich der Operation ist Folgendes zu beachten. Bei erwachsenen Thieren macht die grosse Festigkeit der Knochen und die Mächtigkeit der sie deckenden Weichtheile die Operation sehr schwierig, und scheint dieselbe auch sehr schlecht vertragen zu werden. Nach einigen missglückten Versuchen habe ich daher fortan nur junge Thiere von drei bis vier Monaten zu dem Versuche benützt, wobei ich selten einen Misserfolg zu beklagen hatte. Ich führte, bei tiefer Narkose des Thieres, einen Schnitt von dem Dornfortsatz des fünften Lendenwirbels bis zu dem des siebenten, entfernte mit Pincette und Hohlscheere alle Weichtheile auf das Sorgfältigste und eröffnete dann mit einer schneidenden Knochenzange die Wirbelsäule vom siebenten Lendenwirbel aufwärts in der gewünschten Ausdehnung, gewöhnlich bis zum vierten Lendenwirbel. Mit zwei feinen Pincetten wurde dann das Fettgewebe des Wirbelcanals wegpräparirt, die gesuchten hinteren Wurzeln mit einem feinen Häkchen vorgezogen und ein Stück davon, gewöhnlich mit dem Ganglion spinale, stets aber zwischen dem letzteren und dem Rückenmark excidirt. Nach der Operation ist es eine wichtige Regel, die grosse Wunde vor der Naht aufs Genaueste zu egalisiren, alle Knochenvorsprünge mit der Knochenzange, alle Muskel- und Fettgewebsfetzen mit der Hohlscheere abzutragen, da sonst Nekrose und starke Eiterung auftritt. Dann wurde die Wunde, mit Vermeidung des offenen Wirbelcanals, mit 5procentiger Carbolsäure ausgewaschen und mit carbolisirter Seide genäht, wobei der untere Wundwinkel offen blieb. Die Wunde heilt in der Mehrzahl der Fälle ohne Eiterung in vierzehn Tagen. Die über den Verlauf der Degeneration bei jungen Hunden gemachten Erfahrungen machen es zur Regel, die Thiere zu Ende der dritten bis Mitte der vierten Woche zu tödten. Zur Darstellung der gefundenen Veränderungen wähle ich einen jungen Hund, dem ich die hinteren Wurzeln des ersten und zweiten Sacralnerven, sowie des sechsten und siebenten Lumbalnerven und zwar der linken Seite durchschnitten habe. Das Thier wurde in der Mitte der vierten Woche getödtet.

Ein Blick auf die Abbildungen Taf. I. 8—10 und Taf. II. 1—4 lehrt uns vor Allem, dass sich die Degeneration mit grosser Schärfe auf den linken Hinterstrang begrenzt. Der letztere zeigt bis zum Beginne des Dorsalmarkes eine auffallende, weiterhin rasch abnehmende Beeinträchtigung seines Volumens. An der Eintrittsstelle des zweiten Sakralnerven (Taf. I. 8) erscheinen am Septum med. der Hinterstränge links zahlreiche, noch reichlich mit normalen vermischte degenerirte Nervenfasern, während der der medialen Partie des linken Hinterhornes anliegende Theil des Hinterstranges durchaus von degenerirten Fasern eingenommen wird. Von da aufwärts, bis zum Eintritte des sechsten Lendennerven, zeigt jeder Querschnitt (Taf. I. 9) totale, sich scharf begrenzende Degeneration des linken Hinterstranges [1]. In der Eintrittshöhe des fünften Lendennerven (Taf. I. 10) bedingen die lateral eintretenden normalen Fasern desselben eine Einschränkung der Degeneration, welche am Eintritte des vierten Lendennerven noch bedeutender wird (Taf. II. 1), wobei zugleich der Querschnitt der Degeneration eine eigenthümliche Flaschenform annimmt, welche mit dem breiten Ende gegen die hintere Commissur sieht. Gegen die Grenze des Lendenmarkes hin vermischt sich der breitere Theil der degenerirten Zone mehr und mehr mit normalen Fasern, während sich die degenerirten in der Nähe der hinteren Commissur und der medialen Fläche des Kopfes des Hinterhornes gruppiren. In der Höhe des zwölften Brustnerven (Taf. II. 2) hat sich endlich der schmale Theil der Degenerationszone vollständig abgelöst und stellt ein rechtwinkliges, dem Septum med. anliegendes Dreieck dar, dessen Basis der Peripherie der Hinterstränge aufgesetzt ist, während vereinzelte degenerirte in obiger Weise gruppirte Fasern den Rest der breiten Degenerationszone darstellen. Letztere verschwinden im Brustmark vollständig, das schmale Dreieck aber lässt sich unter geringer Volumsverminderung, die es an seiner Spitze erleidet, durch das ganze Dorsal- und Halsmark (s. Taf. II. 3) verfolgen.

---

[1] Innerhalb dieser über den ganzen Hinterstrang verbreiteten Degeneration sind besonders in den hinteren Partien desselben vielfach normale Fasern nachzuweisen, welche muthmasslich den unverletzten Sacralnerven entstammen.

Zwischen der Austrittsstelle des ersten und zweiten Halsnerven (Taf. II. 4) werden seine Fasern von normalen Fasern etwas auseinandergedrängt und treten höher oben etwas mehr nach vorn, lassen sich aber bis zum Auftreten der Kerne der zarten Stränge weiter verfolgen. Diesen Befund habe ich in weiteren drei Fällen, von denen der eine ebenfalls einseitig, die anderen doppelseitig operirt waren, controlirt und bestätigt gefunden.

Durch diese Beobachtungen war also auf das Genaueste die Existenz der directen Verbindung zwischen hinteren Wurzeln und Medulla oblongata nachgewiesen, ferner war der Beweis geliefert, dass die Hinterstränge im Bereiche der durchschnittenen Nerven fast gänzlich [1] aus hinteren Wurzelfasern gebildet werden. Es war nun von Interesse, soweit dies möglich ist, zu erfahren, ob alle hinteren Wurzeln sich in gleicher Weise an dem Aufbau des langen Commissurenbündels betheiligen. Zu diesem Zwecke operirte ich zwei weitere Fälle. Im ersten Falle durchschnitt ich die hinteren Wurzeln vom fünften bis zum ersten Lendennerven beiderseitig. Die Degeneration zeigte in der Höhe des fünften Lendennerven genau das negative Bild meiner Taf. II. 1, d. h. die flaschenförmige Zeichnung erscheint normal, die Seitenpartien degenerirt. Einen Nervenursprung höher findet sich bereits totale Degeneration beider Hinterstränge bei vollständig normalem Verhalten des uns schon vom ersten Falle her bekannten kleinen Dreieckes. Im unteren Theile des Dorsalmarks nimmt die Degeneration dann rasch die gewöhnliche Form der Degeneration nach Totaldurchschneidungen an und bleibt in Form eines allmälig an Flächeninhalt abnehmenden Dreieckes bis zur Oblongata nachweisbar. In diesem Dreiecke degenerirter Fasern ist das kleine Dreieck normaler Fasern eingeschlossen. In dem zweiten Falle durchschnitt ich die hinteren Wurzeln des zwölften und elften Brustnerven. Hier waren die Resultate weniger auffällig. An der Eintrittsstelle der operirten Nerven fand ich (Taf. II. 5) eine schmale, längs der medianen Fläche des Hinterhorns bis zur hinteren Commissur hinziehende Zone degenerirter

[1] Für die oben erwähnten normalen Fasern besteht noch die Möglichkeit, dass sie aus der grauen Substanz stammen.

Fasern. Weiter oben treten diese nach innen, wie dies Taf. II. 6 versinnlicht, zugleich vermindert sich ihre Zahl sehr rasch. In der Halsanschwellung (Taf. II. 7) lassen sich noch Spuren derselben erkennen, weiter oben gelingt dies nicht mehr.

Ich kann erst hier auf einen Punkt zu sprechen kommen, der für die Lehre von der secundären Degeneration von Wichtigkeit ist, auf die Frage nämlich, ob dieselbe an allen Punkten der betreffenden Bahn gleichzeitig auftritt oder längs derselben fortschreitet. Während die älteren klinischen Beobachter, z. B. Bouchard[1] sich der ersteren Ansicht zuneigen, erhielt Schiefferdecker Resultate, welche die letztere stützen. Er fand nämlich[2] 14 Tage nach der Operation die ersten Spuren einer Veränderung in den Hintersträngen sich etwa zwei Nervenursprünge weit erstreckend; im Verlaufe von drei bis vier Wochen soll dann der Process weiter aufwärts schreiten, um erst in der fünften Woche vollendet zu sein. Es erhellt aber aus Schiefferdecker's Worten nicht, ob er wirklich alle Stadien dieses „Fortschreitens" wirklich gesehen hat. Ich selbst habe, wie schon erwähnt, in allen Fällen, wo ich nach Rückenmarksquertheilungen überhaupt Degeneration vorfand, dieselbe durch das ganze Rückenmark hinauf entwickelt vorgefunden und neigte mich daher auch der Annahme des gleichzeitigen Auftretens zu, bis folgende zwei Fälle meine Ansicht etwas modificirten.

Ich hatte zwei jungen Hunden die hinteren Wurzeln des fünften bis ersten Lendennerven durchschnitten. Unvorsichtigerweise wurden die Thiere während eines Maifrostes im Freien gelassen und starben an Pneumonie sechs Tage nach der Operation. Bei der Untersuchung des gehärteten Rückenmarks fand ich makroskopisch das mir aus dem früher erwähnten Versuche bekannte Dreieck in den Hintersträngen, durch das ganze Brustmark und auch den Anfang des Halsmarks hindurch, sich durch seinen intensiv gelben Farbenton von der grünbraun gefärbten Substanz der Hinterstränge deutlich abheben. Die mikroskopische Untersuchung hingegen lehrte, dass die secundäre Degeneration den Ursprung des zwölften Brustnerven nicht überschritt.

---

[1] Archives générales de med. 1866. 1. S. 272.

[2] L. c. S. 570—571.

An allen aus einer höher gelegenen Partie des Marks angefertigten Schnitten zeigten die Hinterstränge normales Verhalten, nur erschienen die sonst ganz unveränderten Fasern des erwähnten Dreieckes in ihren Markscheiden ganz schwach mit Karmin tingirt.

Es scheint also, dass die erste an allen Punkten der verletzten Bahn zu gleicher Zeit auftretende Veränderung der Nervenfaser, in einer sich durch keinerlei gröbere Formalteration kundgebenden Modification der Markscheide besteht, welche sich durch ein verändertes Verhalten chemischen Reagentien (Chromsäure, Karmin) gegenüber verräth. Hingegen schreitet der morphologische Zerfall des Nerven in der That von der Verletzungsstelle successive von Punkt zu Punkt vorwärts.

Immerhin machen es die gemachten Erfahrungen wahrscheinlich, dass dieser Zerfall, einmal begonnen, sehr rasch sich über die ganze Bahn erstreckt, so dass die Meinung Bouchard's, der Process trete „fast“ gleichzeitig („très-rapidement et presque en même temps“) längs der ganzen Bahn auf, sich einigermassen vereinen lässt mit den oben erwähnten experimentellen Resultaten Schiefferdecker's.

Wie verhält es sich nun den hier mitgetheilten Resultaten gegenüber mit den negativen Angaben Mayser's für das Kaninchenmark? Mayser untersuchte zwei nach Gudden's Methode operirte Kaninchen. Den neugebornen Thieren wurde ein Nervus ischiadicus exstirpirt, und wurden dieselben durch längere Zeit am Leben erhalten. Er fand darauf Atrophie des betroffenen Hinterstranges in den unteren Partien des Markes; in der Mitte des Dorsalmarkes war nichts mehr nachweisbar. Hiezu muss ich zweierlei bemerken. Vor allem finde ich in Mayser's Arbeit die Angabe [1], dass in beiden Fällen in Folge Überhärtung der Präparate blos die Intumescentia lumbaris zur mikroskopischen Untersuchung gelangte. Es ist nun selbstverständlich, dass der Nachweis eines so geringen Faserausfalles in einer Rückenmarkshälfte durch eine makroskopische Untersuchung allein unmöglich ist. Zweitens habe ich schon oben darauf hingewiesen, wie schwer, ja wie unmöglich es ist, abgelaufene Degenerations-

[1] L. c. S. 556 und 557.

processe nach längerer Zeit zu erkennen. In dem früher erwähnten Falle von halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung, der sieben Monate nach der Operation zur Untersuchung gelangte, war an der betroffenen Rückenmarkshälfte schon im oberen Theile des Dorsalmarkes kein wesentlicher Unterschied der normalen gegenüber zu bemerken, und doch handelte es sich hier um den Ausfall einer so bedeutenden Faseranzahl, wie sie von der Kleinhirnseitenstrangbahn und den zahlreichen, zerstreut degenerirenden Fasern des Seitenstranges repräsentirt wird.

Mayser selbst ist diese Thatsache sehr wohl bekannt, und er führt dies als Übelstand der experimentell erzeugten Atrophien unter dem Namen der „topischen Compensation" ausdrücklich an.[1] Lässt aber schon der Ausfall einer so bedeutenden Fasermenge nach längerer Zeit keine merklichen Veränderungen nach sich, um wie viel weniger ist dies der Fall bei einem so schwachen Faserbündel, wie es die hinteren Wurzelfasern im Dorsal- und Halsmark darstellen. In diesem Falle müssen die betreffenden Fasern in frischen Stadien der Degeneration aufgesucht werden, wie dies in den von mir mitgetheilten Fällen geschehen ist.

Welche Schlüsse sind uns aus den hier beobachteten Thatsachen auf den Faserverlauf im Rückenmark gestattet? Wir sehen erstens, dass von den im Seitenstrang verlaufenden centripetalen Fasern ein grosser Theil Commissurenfasern zwischen Theilen der grauen Substanz des Rückenmarkes, hingegen der Rest derselben eine lange, vom Lendenmark bis in die Kleinhirnstiele hinaufreichende Bahn darstellt. Ebenso stellen die Hinterstränge in ihrer Totalität eine centripetale Bahn dar, von der der grösste Antheil aus Fasern besteht, die nach kurzem Verlauf in die graue Substanz eintreten, ein Theil aber als lange Bahn verfolgt werden kann bis zu den Kernen der zarten Stränge. Während wir über den Ursprung der ersten langen Bahn, der Kleinhirnseitenstrangbahn, aus den Degenerationsversuchen nichts Neues erfahren, lehren uns die Versuche an den hinteren Wurzeln eine wesentliche Betheiligung derselben an dem Aufbau der Goll'schen Stränge. Wir haben erfahren, dass die Sacral-, sowie die Lumbalnerven sich an diesem Aufbau betheiligen. Hingegen ist es uns nicht

[1] L. c. S. 551.

gelungen, eine Betheiligung der Dorsalnerven an ihrer Constituirung nachzuweisen. Doch liegt darüber ein zu kleines Material vor. Es wäre die Bildung der Goll'schen Stränge also auf die Weise zu erklären, dass von jeder hinteren Wurzel eine geringe Faseranzahl als directe Bahn zur Oblongata verläuft, wobei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass noch andere, aus der grauen Substanz stammende Fasern sich hinzugesellen. Diese Ansicht, welche durch unsere Fälle, was die hinteren Wurzeln der ersten zwei Sacralnerven, sowie aller Lendennerven betrifft, als bewiesen gelten kann, steht in Übereinstimmung mit der Flechsig'schen Angabe über das allmälige Wachsthum der fraglichen Stränge, sie erklärt die ebenfalls von Flechsig hervorgehobene geringe Sonderung derselben im unteren Theil des Marks, sie erklärt es, warum die Goll'schen Stränge erst im Halsmark sich durch ein besonderes Septum abgrenzen. Die durch die oben mitgetheilte Messung gefundenen Zahlen zeigen, dass die Fasern, aus denen die Hinterstränge an der Grenze des Lendenmarks formirt sind, an zwei Stellen in grösserer Menge in die graue Substanz eintreten, ferner aber, dass ein kleiner Theil derselben noch im Halsmark sich der grauen Substanz zuwendet.

Zum Schluss muss ich noch auf den Befund zurückkommen, den Fig. 5 auf Taf. I. darstellt. Sie illustrirt die hochinteressante Thatsache, auf die, so viel ich weiss, Schiefferdecker zum erstenmale aufmerksam gemacht hat, dass die Seiten- und Vorderstränge zum grössten Theile aus Fasern bestehen, welche nach totaler Rückenmarksdurchschneidung nicht degeneriren. Er schloss dies aus dem blossen Vergleich des Bildes der Degeneration über und unter dem Schnitt. Aus dem abgebildeten Präparate ist dies viel klarer ersichtlich. In der That war der linke Seiten- und Vorderstrang des Rückenmarksstückes von dem der Schnitt angefertigt wurde, in der Höhe des ersten Lendennerven und des elften Brustnerven durchschnitten, also vollkommen isolirt. Wir sehen aber trotz des vereinten Bildes der auf- und absteigenden Degeneration den grössten Theil des Querschnittes vollständig normal. Schiefferdecker nahm zur Erklärung dieser Erscheinung zu der Hypothese seine Zuflucht, dass die degenerirenden Fasern ein einseitiges Leitungsvermögen besitzen; zugleich nimmt er an, dass die secundäre Degeneration eine functionelle, durch

den Ausfall der Thätigkeit bedingte sei.[1] Unter diesen Voraussetzungen wäre es begreiflich, dass die nur einseitig leitenden Fasern nach ihrer Durchschneidung immer nach einer Richtung degeneriren müssen, während die doppelseitig leitenden intact bleiben, da ihnen stets von einer Seite her die zu ihrem normalen Bestand nothwendige Erregung zufliesst. Dies angenommen, müsste man in Rücksicht auf den von mir mitgetheilten Fall schliessen, dass die Mehrzahl der den Seitenstrang darstellenden Nervenfasern sehr kurze einzelne Theile der grauen Substanz untereinander verbindende Commissuren repräsentire.

Indess widerspricht die Annahme eines einseitigen Leitungsvermögens so sehr den bekannten Thatsachen der allgemeinen Nervenphysiologie, dass wir sie nicht wohl auf einen blossen anatomischen Befund hin annehmen können. Wir müssen daher vor der Hand auf die Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung verzichten.

III.

Secundäre Degeneration nach Zerstörung der motorischen Zone (Fühlsphäre Munk's) des Hundes.

Der Versuch, durch Zerstörung der sogenannten motorischen Rindenzone secundäre Degeneration zu erzeugen, war in doppelter Hinsicht von Interesse. Vor allem handelte es sich darum, zu ermitteln, ob in der Rinde dieser Hirnzone, durch deren elektrische Reizung bekanntlich bestimmt localisirte Bewegungen erzeugt werden können, wirklich eine centrifugal verlaufende, also wahrscheinlich motorische Bahn ihren Ursprung nehme.

Wie ich schon erwähnt habe, kam Binswanger in einer näher zu besprechenden diesbezüglichen Arbeit zu negativen Resultaten. Zweitens musste in Rücksicht auf die Beobachtung französischer Experimentatoren, dass nach Exstirpationen der motorischen Zone des Hundes ein Faserstrang im Hinterseitenstrang degenerire, der der Pyramidenseitenstrangbahn des Menschen entspricht, in Rücksicht ferner auf den entwicklungsgeschichtlichen Befund im Hunderückenmark, eruirt werden, in

[1] L. c. S. 592.

welcher Beziehung zur Pyramidenbahn die Fasern stehen, deren absteigende Degeneration nach Quertheilung des Rückenmarks oben beschrieben wurde. Zur Lösung dieser Fragen habe ich fünf erwachsene Hunde operirt. Vier von diesen wurde der linke Gyrus sigmoides durch eine Trepankrone blossgelegt und darauf nach Abtragung der Dura mater durch punktförmige Cauterisation mit dem Glüheisen die Rinde desselben in seiner ganzen Ausdehnung zerstört. Das eine der Thiere wurde nach vierzehn Tagen, zwei nach vier, eines nach sechs Wochen getödtet. Die Erscheinungen, welche nach dieser Operation im Gebiete der Motilität auftreten, sind durch die Beschreibungen Hitzig's, Nothnagel's, Munk's u. A. zu sehr bekannt, um darauf eingehen zu müssen. Näher erwähnen will ich die an dem fünften Thiere gemachten Beobachtungen. Ich operirte dasselbe am 2. Mai l. J. in der oben beschriebenen Weise. Die Störungen waren bei diesem Thier viel weniger auffällig, als bei allen anderen, es zeigte sich nur ein eigenthümliches, watendes Heben der rechtsseitigen Extremitäten. Am 1. Juni exstirpirte ich demselben Thiere den rechten Gyrus sigmoides mit dem Messer und zwar mit Wegnahme eines Theiles der weissen Substanz. Den ersten Tag waren die Reactionserscheinungen sehr heftig. Das Thier hatte Trismus und klonische Krämpfe im linken Hinterbein. Den nächsten Tag bereits lief es munter herum. Der watende Gang erstreckte sich jetzt auf beide Seiten, betraf aber besonders die Vorderextremitäten. Wurde das Thier, während es auf dem Bauche lag, angerufen, so glitten bei dem Versuche, sich zu erheben, alle vier Beine weit auseinander und so blieb der Hund mit weitgespreizten Beinen eine gute Weile hilflos liegen, bis er sich nach mehreren vergeblichen Anstrengungen endlich doch aufrichtete. Einmal auf allen Vieren, lief er mit der grössten Gewandtheit die Treppen hinauf und herunter. In dieser Weise blieben die Erscheinungen unverändert bis zum 7. Juli, wo das Thier getödtet wurde. [1]

Betrachtet man nun das Rückenmark eines Hundes, dem der linke Gyrus sigmoides cauterisirt wurde, nach der Erhärtung in doppelt chromsaurem Kali auf einem Querschnitt am oberen Ende

[1] Die hier beschriebenen Störungen sind zuerst von Goltz ausführlich geschildert worden.

des Halsmarks, so springt sofort folgender Befund ins Auge. Schon vierzehn Tage nach der Operation, am deutlichsten aber sechs Wochen nach derselben, erscheint im rechten Hinterseitenstrang eine elliptische, mit der langen Axe schräg nach aussen gelagerte intensiv gelb gefärbte Stelle (s. Taf. II. 8), die in Form und Lage keinen Zweifel darüber lässt, dass wir es hier mit einem der Pyramidenseitenstrangbahn des Menschen entsprechenden Fasercomplex zu thun haben. In der That zeigt auch die linke Pyramide dieselbe Verfärbung. Auffallend rasch ist aber die Abnahme, welche der Flächeninhalt der veränderten Stelle erleidet, wenn wir sie durch das Halsmark abwärts verfolgen. Schon in der Halsanschwellung hat dieselbe eine wesentliche Einbusse erlitten (s. Fig. 8 *c*) und im Anfang des Dorsalmarks repräsentirt sie nur den kleinen Fleck, wie ihn Fig. 8 *d* darstellt. In dieser Gestalt kann man denselben bis in den oberen Theil des Lendenmarks verfolgen, wo er aber völlig verschwindet. In dem letzterwähnten Falle, wo beide Gyri zerstört waren, fand sich derselbe Befund in beiden Seitensträngen (s. Taf. II. 9), wobei das degenerirte Feld des rechten Seitenstranges als der ältern Verletzung angehörig in Folge bereits eingetretener Schrumpfung verschmälert erschien, und nicht ganz so weit verfolgt werden konnte, wie das linksseitige.

So klar und deutlich nun der beschriebene makroskopische Befund ist, so schwierig gestaltet sich in diesem Fall der mikroskopische. An vierzehn Tage bis vier Wochen alten Fällen, wo die beschriebene Veränderung im Hinterseitenstrang bereits deutlich sichtbar ist, gelingt es ausser einer etwas intensiveren Carmintinction nicht, etwas Abnormes nachzuweisen. Erst an dem sechs Wochen alten und dem beiderseitig operirten Fall gelang es mir, über die Sache ins Klare zu kommen. Es handelt sich hier um Degeneration von Nervenfasern, welche das feinste Caliber besitzen, das im Rückenmark beobachtet werden kann.

Betrachtet man einen von einem normalen Hunderückenmark angefertigten, gut gefärbten Schnitt mit einer schwachen Vergrösserung z. B. Hartnack 4, so sieht man die in den Fig. 8 und 9 bezeichnete Stelle beiderseits etwas dunkler roth gefärbt. Diese Färbung hat einen stark gelblichen Ton. Dies rührt davon her, dass hier ein Complex sehr feiner, markhaltiger Fasern

verläuft, so dass auf der Flächeneinheit des Querschnittes sich eine ungleich grössere Zahl mit Carmin tingirter Axencylinder befindet, als in einem anderen Punkt des Präparates. Der gelbliche Ton der Färbung rührt aber von den durch die Chromsäure gelb tingirten Markscheiden her.

Vergleicht man nun auf einem Präparate, das von dem in Fig. 8 abgebildeten Rückenmark angefertigt ist, die beiden Seitenstränge, so erscheint die bezeichnete Stelle des rechten Seitenstranges erstens viel intensiver roth tingirt, weiterhin fehlt der gelbliche Ton der Färbung vollständig. Bei genauer Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen zeigen die Nervenfasern der linken Seite rein und scharf ihre Contouren, der Axencylinder ist von einem schmalen Saum gelb gefärbter Markscheide umgeben. Auf der rechten Seite fehlt der Axencylinder den meisten Fasern, die Markscheide ist geschwollen und die Contouren sind verschwommen.

Hochgradiger erscheinen die Veränderungen in dem zweiten Falle an der rechten Seite, wo die Veränderung durch neun Wochen Zeit hatte, sich zu entwickeln. Hier zeigt sich die ganze Stelle aus einem gleichmässig roth gefärbten, ausserordentlich feinfasrigen Gewebe zusammengesetzt, in welchem keine normale Nervenfaser mehr nachweisbar ist. Links befindet sich die Veränderung in demselben Stadium, wie in dem ersten Falle.

Das unfehlbar eintreffende, typische Auftreten dieser Veränderung nach Exstirpationen der motorischen Rindenzone in der der operirten Hirnhälfte entgegengesetzten Rückenmarkshälfte, in einer uns vom menschlichen Rückenmark her aus pathologisch-anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen, vom Hunderückenmark aus entwicklungsgeschichtlichen Befunden wohlbekannten Form veranlasst mich zu der Schlussfolgerung, dass es sich hier um secundäre Degeneration der Pyramidenseitenstrangbahn des Hundes handelt. Dass der mikroskopische Befund kein so auffälliger ist, wie bei den Rückenmarksläsionen und Wurzeldurchschneidungen, mag in Folgendem seinen Grund haben.

Das charakteristische Aussehen der degenerirenden Nervenfasern ist hauptsächlich bedingt durch die Zerfallsproducte der Markscheide. Die mikroskopische Untersuchung des Verlaufes der secundären Degeneration lehrt uns ferner, dass diese Zerfalls-

producte allmälig verschwinden, wahrscheinlich resorbirt werden. Sind nun die Zerfallsproducte wie in der Mehrzahl der Rückenmarksfasern quantitativ bedeutend, so ändert dies an dem Gesammtbild nicht viel, sind sie aber wie bei den feinen Markscheiden der Pyramidenfasern des Hundes ohnehin geringfügig, so wird dieser Process dazu beitragen, das an und für sich wenig auffallende Bild noch zu verwischen und undeutlich zu machen.

Indem ich noch hinzufüge, dass in keinem der fünf Fälle die Vorderstränge, weder mikroskopisch noch makroskopisch etwas Abnormes zeigten, glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass die Pyramidenseitenstrangbahn des Hundes, was Anordnung und Verlauf der Fasern im obern Theil des Rückenmarks betrifft, vollständig der des Menschen entspricht. Sie steht ferner in inniger Beziehung mit der Rinde der als motorische Centren bezeichneten Windungen der Hirnhälfte der entgegengesetzten Seite.

Eine Pyramidenvorderstrangbahn scheint, wie oben erwähnt, beim Hunde nicht vorzukommen. Die Pyramidenseitenstrangbahn steigt, nachdem sie bereits in der Halsanschwellung einen bedeutenden Faserverlust erlitten hat, bis in den Anfang des Lendenmarkes herab, wo sie ganz verschwindet. Die oben beschriebenen, nach totalen Rückenmarksdurchschneidungen unterhalb des Schnittes degenerirenden Fasern haben also mit den Pyramidenbahnen nichts zu thun [1].

Zugleich erhellt aus der gegebenen Beschreibung, dass das Hunderückenmark zum genaueren Studium der Pyramidenbahnen sich überhaupt nicht eignet, und dass die Hoffnung Flechsig's

---

[1] Als ich mit der Untersuchung der secundären Degeneration nach Rückenmarksdurchschneidung beschäftigt war, kannte ich die hier hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten der Degeneration nach Verletzung der Grosshirnrinde noch nicht. Es ist mir daher der so charakteristische und klare makroskopische Befund leider entgangen, welcher sich an alten, in Spiritus conservirten Präparaten rasch verwischt. Der ohnehin schwierige mikroskopische Befund aber ist bei der Kleinheit der veränderten Stelle im Lendenmark nicht mehr mit Sicherheit möglich. Störend dürfte übrigens bei totalen Durchschneidungen an der Grenze des Dorsalmarkes die oben erwähnte diffuse gelbliche Verfärbung der in chromsauren Salzen gehärteten Organe auf die makroskopische Erkennung der Pyramidenbahn wirken, welche sich nach Hirnverletzungen so deutlich von der tief dunkelgefärbten normalen weissen Substanz abhebt.

dass es uns auf experimentellem Wege gelingen werde, „für jeden Quadratcentimeter der Hirnoberfläche die Beziehungen zu den Pyramidenbahnen festzustellen“, an diesem für Experimente am Centralnervensystem so vorzüglich geeigneten Thiere nicht realisirbar ist.

Wie erklärt es sich, dass die zahlreichen sorgfältigen Versuche Binswanger's nur negative Resultate erzielten? Es wäre erstens möglich, dass die Tiefenausdehnung der Verletzung in unseren Fällen eine verschiedene war, dass meine Exstirpationen tiefer gelegene Theile der weissen Substanz mitergriffen. Dies ist nicht der Fall gewesen. Ich habe mich in jedem Falle durch Verticalschnitte an den verletzten Gyri überzeugt, dass nur die oberflächlichsten Schichten der weissen Substanz mitverletzt waren; eine ideale Zerstörung der grauen Substanz allein für sich aber bezeichnet Binswanger selbst als unmöglich und gibt sogar die Abtragung einer schmalen Schicht weisser Substanz als unvermeidlich zu.[1] Ferner ist auch in den von mir in Taf. II. 9 abgebildeten Falle, wo sich die Zerstörung links möglichst auf die Rinde beschränkte, wo ich aber rechts den Gyrus sigmoides mit dem Messer umschnitt und exstirpirte, ohne die weisse Substanz zu schonen, in der Ausdehnung und dem sonstigen Verhalten der degenerirten Partien kein wesentlicher Unterschied zu bemerken.[2]

Erklärlich werden aber die Misserfolge Binswanger's, wenn wir die Methode, nach der derselbe verfuhr, näher betrachten.

Er benutzte zu seinen Versuchen jugendliche, sechs Wochen bis sechs Monate alte Hunde. Die elektrisch erregbaren Stellen des Scheitellappens wurden mit einem scharfen Löffel abgetragen Nach fünf bis sechs Wochen wurde an der anderen Hemisphäre ebenso verfahren und nach erfolgter Heilung wieder auf der erstoperirten Seite in der Umgebung des verletzten Gebietes von neuem elektrisch gereizt und exstirpirt. Gewöhnlich gingen die Thiere nach der dritten Operation zu Grunde. Ein Hund wurde

---

[1] Arch. für Psychiatrie XI. S. 735.

[2] Der vorhandene geringe Formunterschied, die leichte Verschmälerung der rechten Pyramidenseitenstrangbahn erklärt sich durch die bereits eingetretene Schrumpfung.

in sieben Monaten fünfmal operirt. Einige Thiere wurden in grösserer Ausdehnung operirt und blieben zwei bis sechs Monate am Leben. In keinem Falle fand sich secundäre Degeneration des Rückenmarkes.

Wenn man das, was ich bezüglich des Verlaufes der secundären Degeneration bei jugendlichen Thieren gesagt habe, mit dem Auftreten derselben an den Pyramidenbahnen zusammenhält, wird der Misserfolg Binswanger's vollständig begreiflich. Die Exstirpation einer umschriebenen Stelle der motorischen Rindenzone wird eine Degeneration einer ganz geringen Anzahl jener feinsten markhaltigen Nervenfasern zur Folge haben, aus denen die Pyramidenbahn zum grossen Theil besteht. Diese geringe Degeneration, welche an und für sich sehr leicht der Beobachtung entgeht, ist in der Zeit, wo das Thier zur Untersuchung gelangt, längst abgelaufen, und, um Mayser's Ausdruck zu gebrauchen, topisch compensirt. Bei den Thieren, wo grössere Exstirpationen gemacht wurden, ist die Zeit von zwei bis sechs Monaten genügend, jede Spur der Degeneration zu verwischen, und die wenigen Fälle, die in den ersten Wochen zur Untersuchung kamen, zeigten wahrscheinlich so geringe Veränderungen, dass dieselben von jedem, der das Gesammtbild der degenerirten Pyramidenbahn des Hundes nicht kennt, übersehen werden konnten.

Ich halte es daher für sehr wahrscheinlich, dass auch in den von Binswanger untersuchten Fällen Theile der Pyramidenbahnen degenerirten, dass aber die Versuchsanordnung selbst die Erkennung derselben erschwerte und verhinderte.

Was die Verfolgung der Pyramidenbahnen auf ihrem Wege durch die Medulla oblongata betrifft, so habe ich dieselbe noch nicht abgeschlossen, muss daher ihre Besprechung auf eine spätere Zeit verschieben. Zum Schlusse weise ich auf die ziemlich bedeutenden Unterschiede hin, die bei den einzelnen Wirbelthieren (Mensch, Hund, Taube) in der Anordnung der centrifugalen Fasersysteme des Rückenmarkes bestehen. Nimmt man die von Stieda gemachte, von Flechsig bestätigte Beobachtung über den Verlauf der Pyramidenfasern in den Hintersträngen der Maus und Ratte hinzu, so muss ein jeder Versuch den Verlauf der Leitungsbahnen in dem Centralorgan eines unserer wichtig-

sten Versuchsthiere genauer zu bestimmen, gerechtfertigt erscheinen, und in dieser Hinsicht sind vielleicht die hier mitgetheilten Beobachtungen nicht ganz ohne Werth.

Nach Abschluss dieser Arbeit kam mir die von Friedländer auf der Naturforscherversammlung in Salzburg gemachte Mittheilung über secundäre Degeneration nach Durchschneidung von hinteren Wurzeln zur Kenntniss. Unsere Befunde differiren insofern, als Friedländer angibt, ausser Degeneration der ganzen Hinterstränge, Degeneration der Zones radiculaires Charcot's beobachtet zu haben. Wie diese Differenz zu erklären, ist bevor die ausführliche Arbeit Friedländer's vorliegt, schwer zu sagen, und muss daher jede weitere Auseinandersetzung bis zu diesem Zeitpunkt verschoben werden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt aus dem oberen Theile des Lendenmarkes eines Hundes nach totaler Rückenmarksdurchschneidung an der Grenze zwischen Dorsal- und Lendenmark.

„ 2. Querschnitt aus der Mitte des Dorsalmarkes desselben Hundes. *l* Insertionsstelle des Ligamentum denticulatum.

„ 3. Halsanschwellung desselben Hundes.

„ 4. Querschnitt aus der Mitte des Dorsalmarkes eines Hundes nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarkes in der Gegend des zwölften Brustwirbels.

„ 5. Querschnitt aus dem Dorsalmark eines Hundes, dem in der Gegend des ersten Lendennerven beide Hinterstränge, linker Seiten- und Vorderstrang; in der Höhe des elften Brustnerven das ganze Rückenmark durchschnitten wurde.

„ 6. Querschnitt aus dem Dorsalmark einer Taube nach totaler Rückenmarksdurchschneidung an der Grenze zwischen Dorsal- und Lendenmark.

„ 7. Querschnitt aus der Lendenanschwellung derselben Taube.

3.

5.

10.

Lith. Dr J

K.K. Hof-u. Staatsdruckerei.

Singer: Über se

Taf. II.

3.

6.

a.

a.

9.

c.

b.

b.

d.

K.K. Hof-u. Staatsdruckerei

Lith. Dr J.

Fig. 8. Querschnitt aus dem Rückenmark eines Hundes nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln des ersten und zweiten Sacralnerven, des sechsten und siebenten Lendennerven der linken Seite. Ursprungshöhe des zweiten Sacralnerven.

„ 9. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des sechsten Lendennerven.

„ 10. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des fünften Lendennerven.

Tafel II.

Fig. 1. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des vierten Lendennerven.

„ 2. Aus dem Dorsalmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des zwölften Brustnerven.

„ 3. Aus der Halsanschwellung desselben Thieres.

„ 4. Aus dem Halsmarke desselben Thieres. Zwischen den Ursprungsstellen des ersten und zweiten Halsnerven.

„ 5. Querschnitt aus dem Dorsalmark eines Hundes, dem die hinteren Wurzeln des elften und zwölften Brustnerven durchschnitten wurden. Ursprungshöhe des zwölften Brustnerven.

„ 6. Aus dem Dorsalmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des dritten Brustnerven.

„ 7. Aus der Halsanschwellung desselben Thieres.

„ 8. Rückenmark eines Hundes, dem die Rinde des linken Gyrus sigmoides exstirpirt wurde. *a*, *b* und *c* aus verschiedenen Höhen des Halsmarks. *d*. Ende des Dorsalmarks. Natürliche Grösse.

„ 9. Rückenmark eines Hundes nach Exstirpation beider Gyri sigmoides. Natürliche Grösse. Bezeichnung wie oben.

Sämmtliche Abbildungen vom Hund sind mit Hartnack, Ocular 3 Objectiv 2, die von der Taube mit Objectiv 4 gezeichnet.

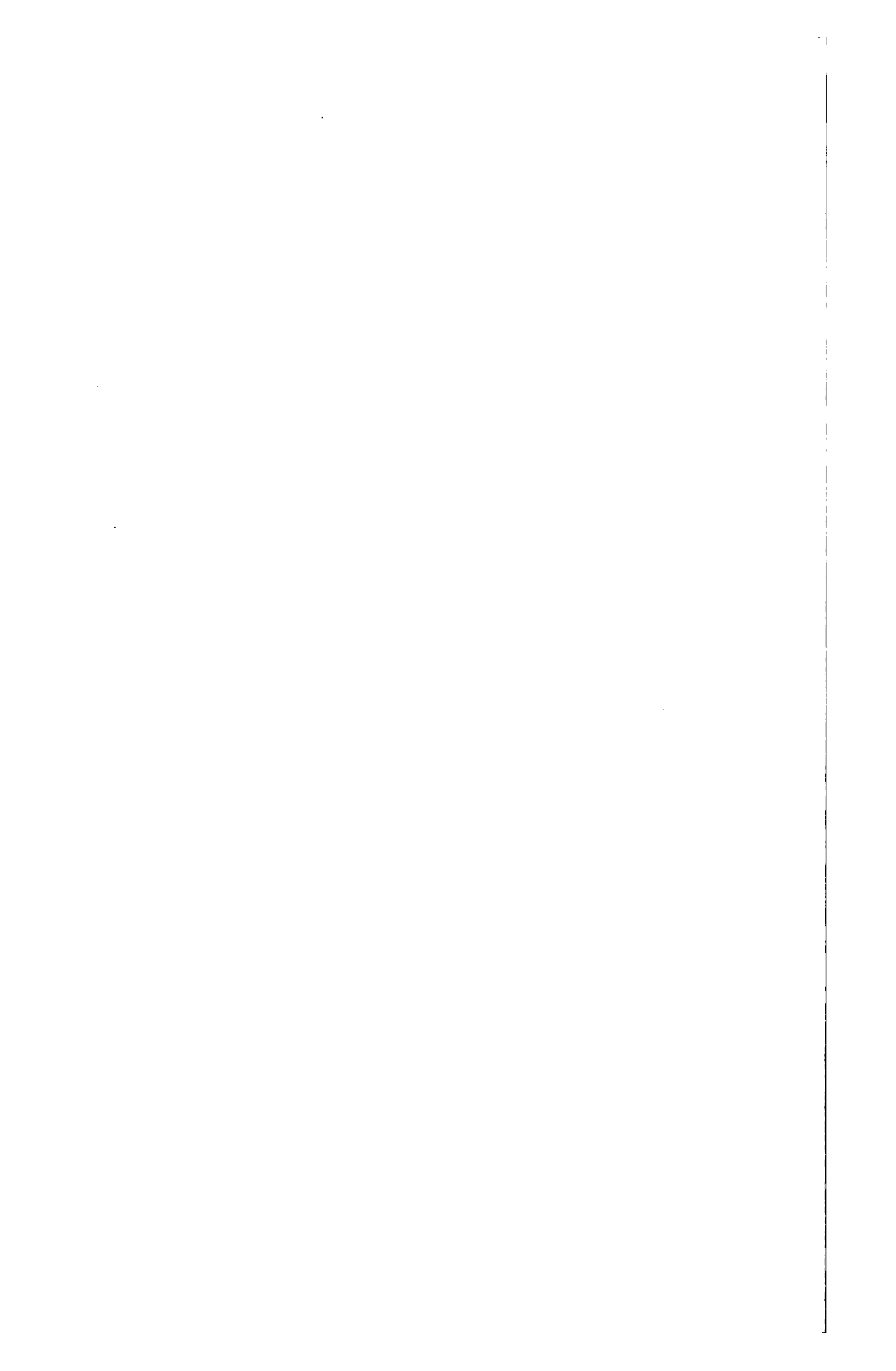


Fig. 8. Querschnitt aus dem Rückenmark eines Hundes nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln des ersten und zweiten Sacralnerven, des sechsten und siebenten Lendennerven der linken Seite. Ursprungshöhe des zweiten Sacralnerven.

„ 9. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des sechsten Lendennerven.

„ 10. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des fünften Lendennerven.

Tafel II.

Fig. 1. Aus dem Lendenmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des vierten Lendennerven.

„ 2. Aus dem Dorsalmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des zwölften Brustnerven.

„ 3. Aus der Halsanschwellung desselben Thieres.

„ 4. Aus dem Halsmarke desselben Thieres. Zwischen den Ursprungsstellen des ersten und zweiten Halsnerven.

„ 5. Querschnitt aus dem Dorsalmark eines Hundes, dem die hinteren Wurzeln des elften und zwölften Brustnerven durchschnitten wurden. Ursprungshöhe des zwölften Brustnerven.

„ 6. Aus dem Dorsalmark desselben Thieres. Ursprungshöhe des dritten Brustnerven.

„ 7. Aus der Halsanschwellung desselben Thieres.

„ 8. Rückenmark eines Hundes, dem die Rinde des linken Gyrus sigmoides exstirpirt wurde. *a*, *b* und *c* aus verschiedenen Höhen des Halsmarks. *d*. Ende des Dorsalmarks. Natürliche Grösse.

„ 9. Rückenmark eines Hundes nach Exstirpation beider Gyri sigmoides. Natürliche Grösse. Bezeichnung wie oben.

Sämmtliche Abbildungen vom Hund sind mit Hartnack, Ocular 3 Objectiv 2, die von der Taube mit Objectiv 4 gezeichnet.

XXI. SITZUNG VOM 13. OCTOBER 1881.

Der Secretär legt Dankschreiben vor von den Herren Prof. Ferdinand Lippich in Prag und Prof. Dr. Richard Maly in Graz für ihre Wahl zu inländischen correspondirenden Mitgliedern.

Das Präsidium der *Natural History Society* in Montreal (Canada) ladet die Akademie zu einem im nächsten Jahre unter den Auspicien der *American Association for the advancement of Science* (wahrscheinlich in Montreal) stattfindenden wissenschaftlichen Congress ein.

Das w. M. Herr Director A. v. Kerner übermittelt seine Druckschrift: „Schedae ad floram exsiccatam Austrio-Hungaricam a Museo botanico universitatis Vindobonensis."

Das c. M. Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner in Wien übermittelt sein Druckwerk: „Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von Charles Darwin nebst neuen Untersuchungen."

Herr Prof. Dr. C. B. Brühl, Vorstand des zootomischen Institutes der Wiener Universität übermittelt die Fortsetzung seines Werkes: „Zootomie aller Thierclassen." (Lief. 21 und 22.)

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung: „Notiz über Regelflächen mit rationalen Doppelcurven."

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine Arbeit des Herrn Prof. an der Hochschule für Bodencultur in Wien Dr. A. Ritter v. Liebenberg, betitelt: „Untersuchungen über die Rolle des Kalkes bei der Keimung von Samen."

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Moriz Weiss, Lehramtscandidaten in Wien: „Über einige Classen algebraisch auflösbarer Gleichungen vom sechsten Grade" vor.

Herr Dr. Günther Beck, Assistent an der botanischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, übersendet eine Arbeit, betitelt: „*Inulae Europae*, eine monographische Bearbeitung der europäischen *Inula*-Arten.“

Der Secretär bringt zur Kenntniss, dass von der Wiener Sternwarte die Mittheilung über die Entdeckung eines Kometen eingelangt ist, welche laut einer telegraphischen Anzeige von Herrn Barnard gemacht wurde, dessen Elemente und Ephemeride von dem Assistenten der hiesigen Sternwarte Herrn Carl Zelbr berechnet und in dem von der Akademie am 8. October ausgegebenen Kometen-Circular Nr. XLI veröffentlicht worden sind.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. E. v. Brücke überreicht die zweite Abhandlung: „Über einige Consequenzen der Young-Helmholtz’schen Theorie.“

Herr Dr. Jul. Wilh. Brühl, Professor an der technischen Hochschule in Lemberg, berichtet über die Resultate seiner Untersuchung über den Zusammenhang zwischen den optischen und thermischen Eigenschaften flüssiger organischer Körper.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Anales, Tomo XVIII. Entrega 204 & 205. Julio 15 & Agosto 15. Habana, 1881; 8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 50° année, 3° série, tome 2. Nr. 8. Bruxelles, 1881; 8°.

— des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon: Mémoires. 3° série, tome 6°, année 1880. Dijon, Paris, 1881; 8°.

— des Sciences: Oeuvres completes de Laplace. Tomo IV. Paris, 1880; 4°.

Academy, the royal Irish: The Transactions. Vol. XXVII. Polite Literature and Antiquities. IV. Fasciculus. Dublin, London, Edinburgh, 1881; 4°.

— — The Transactions. Vol. XXVIII. Science I—V. Dublin, London, Edinburgh, 1880—81; 4°.

Academy, the royal Irish: Proceedings. Science. Vol. III., Ser. II, Nr. 5. December 1880. Dublin, London, Edinburgh, 1880; 8°. — Nr. 6. April 1881. Dublin, London, Edinburgh. 8°. — Polite Literature and Antiquities. Vol. II., Ser. II, Nr. 2. December 1880. Dublin, London, Edinburgh; 8°.

— the Peabody of Science: Memoirs. Vol. I. Numbers V. & VI. Salem, 1881; 4°.

Accademia, fisio-medico-statistica di Milano: Atti. Anno XXXVII dalla fondazione. Milano, 1881; 8°.

— R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XVI. Disp. 6ª. (Maggio 1881). Torino; 8°.

Annales des Mines. VIIᵉ série. Tome XIX. 1ʳᵉ & 2ᵉ livraisons. Paris, 1881, 8°.

— des Ponts et Chaussées: Mémoires & Documents. 1ʳᵉ année, 6ᵉ série, 6ᵉ—8ᵉ cahiers. Paris, 1881.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3ᵉ période. Tome VI. Nos. 7 & 8. 15 Juillet et 15 Août 1881. Genève, Lausanne, Paris; 8°.

— nationale: Catalogue des Manuscripts espagnols par M. Alfred Morel-Fatio. 1ʳᵉ livraison. Paris, 1881; 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1878. III. & IV. Heft. Wien, 1881; 8°. — Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XXII. Band, I. Heft. Wien, 1881; 8°.

— — zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- u. historischen Denkmale: Mittheilungen. VII. Bd., 3. Heft. Wien, 1881; 4°.

Central-Station, k. meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreiche Bayern. Jahrgang III, Heft 2. München, 1881; 4°. — Übersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreich Bayern während des Juni, Juli und August 1881; Folio.

Gesellschaft, Astronomische: Vierteljahrsschrift. XVI. Jahrgang. 1. & 2. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXXIII. Band, 2. Heft. April bis Juni 1881, Berlin; 8°.

Institut royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Luxembourg, 1881; 8°.

Journal, the American of Otology. Vol. III, Nr. 3. July 1881. New-York; 8⁰.

— the American of Science. Vol. XXII. Nos. 128—129. August & September 1881. New Haven; 8°.

— de l'Ecole polytechnique. 48ᵉ cahier, tome XXIX. Paris, Leipzig, Londres, Berlin, Madrid, 1880; 4⁰.

Kerner A.: Schedae ad floram exsiccatam austro-hungaricam a Museo botanico Universitatis Vindobonensis editam. Vindobonae, 1881; 8⁰.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 25ᵉ année de publication 3ᵉ série, tome XI, 478ᵉ livraison. Octobre 1881. Paris; 8⁰.

Moore, F. F. Z. S.: The Lepidoptera of Ceylon. Part. III. London, 1881; 4⁰.

Musée Teyler: Archives. Ser. II. 1ʳᵉ partie. Haarlem, Paris, Leipsic, 1881; 4⁰.

Museo civico di storia naturale di Genova: Annali. Volume XVI. Genova, 1880; 8⁰. — Volume XVII. 1881. Genova, 1881; 8⁰.

Nature. Vol. XXIV. No. 623. London, 1881; 8⁰.

Observatory, The: A monthly review of Astronomy. Nr. 52 & 53. London, 1881; 8⁰.

Passier, Alphonse: Les Échanges internationaux littéraires et scientifiques. Leur histoire, leur utilité. Paris, 1880; 8⁰.

Pollak, B. Guillaume D.: Source de Hall en Haute-Autriche. Vienne, 1881; 8⁰.

Scheffler, Hermann Dr.: Die Naturgesetze und ihr Zusammenhang mit den Prinzipien der abstracten Wissenschaften. IV. Theil: „Die Theorie des Bewusstseins oder die philosophischen Gesetze.“ IX. und letzte Lieferung. Leipzig, 1881; 8⁰.

Società italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata: Archivio. X. Volume fascicolo terzo. Firenze, 1880; 8⁰. — XI. Volume. Firenze, 1881; 8⁰.

Société des Ingénieur civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. Avril-Août 1881. Paris, 1881; 8⁰.

— géologique de France: Mémoires. 3ᵉ série, tome I. Paris 1880; 4⁰.

Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires 2ᵉ série, tome IV, 2ᵉ cahier. Paris, Bordeaux, 1881; 8°.

— nationale des Sciences naturelles et mathematiques de Cherbourg: Mémoires. Tome XII. (3ᵉ série, tome II). Paris, Cherbourg, 1879; 8°.

— zoologique de France: Bulletin. 5ᵉ année, 5ᵉ & 6ᵉ parties. Paris, 1880; 8°.

— hollandaise des sciences à Harlem: Archives Néerlandaises. Tome XVI, 1ʳᵉ et 2ᵐᵉ livraisons. Harlem, 1881; 8°.

Society, the American geographical: Buletin. Nr. 5 & 6. New-York 1881; 8°.

Verein für Erdkunde zu Halle a. d. S.: Mittheilungen 1881. Halle a. d. S., 1881; 8°.

— naturwissenschaftlicher von Hamburg-Altona im Jahre 1880. Verhandlungen N. F. V., Hamburg, 1881; 8°.

— Offenbacher für Naturkunde in den Vereinsjahren vom 13. Mai 1877 bis 29. April 1880. Offenbach a. M. 1880; 8°.

— militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XIII. Band, I. Heft und Separat-Beilage. Wien, 1881; 8°.

Über einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie.

(Mit 2 Holzschnitten.)

II. Abhandlung.

Von dem w. M. E. Brücke.

Die heterochrome Photometrie.

I. Die bisherigen Untersuchungen über die Vertheilung der Helligkeit im Sonnenspectrum.

In dieser Abhandlung werde ich nur von solchen Untersuchungsmethoden sprechen, bei denen das Auge direct als Lichtmesser benützt wird. Messungsmethoden, bei denen aus der chemischen Wirkung, welche das Licht auf einzelne Verbindungen ausübt, auf die Intensität der Strahlung geschlossen wird, lasse ich unberücksichtigt. Die Resultate solcher Messungen fallen bekanntlich verschieden aus, je nach den Substanzen, welche man anwendet. Sie haben stets nur ein ganz specielles Interesse und sind für die Zwecke, welche ich verfolge, werthlos.

Die Meinungen gehen in Rücksicht auf die heterochrome Photometrie in unserem Sinne, in Rücksicht auf die Vergleichung der Helligkeiten zweier Lichter von verschiedener Farbe durch das Auge, weit auseinander. Die Einen haben sie sich leichter vorgestellt, als sie thatsächlich ist, die Anderen haben sie für unmöglich erklärt.

In der That, wenn wir von den Annahmen der Young-Helmholtzischen Theorie ausgehen, so wird nichts Geringeres von uns verlangt, als dass wir Erregungszustände, die in verschiedenen Ganglienzellen unseres Gehirnes stattfinden und die qualitativ verschiedene Vorstellungen in uns erwecken, in Rücksicht auf ihre Intensität mit einander vergleichen, und doch

gibt es, wo auf anderen Gebieten der Sinneswahrnehmung dasselbe Verlangen an uns gestellt wird, Auskunftsmittel um denselben wenigstens in einer gewissen Beziehung zu genügen. Denken wir z. B., es würde an uns die Frage gestellt, ob der Geschmack von krystallisirtem Rohrzucker oder der Geschmack von schwefelsaurem Chinin intensiver sei, so würden wir dieselbe zwar nicht direct beantworten können, aber wir könnten untersuchen, in wie viel Wasser wir jede von beiden Substanzen auflösen müssen, um die Geschmacksempfindung an die Grenze des Wahrnehmbaren zu bringen.

Wenn uns ein hoher und ein tiefer Ton nach einander zu Gehör gebracht werden, so können wir nur bei sehr bedeutenden Unterschieden sagen, welcher der lautere sei, und doch ist auch hier ein Messen noch insofern möglich, als wir untersuchen können, wie weit wir unser Ohr von der Tonquelle entfernen müssen, um den einen oder den anderen der beiden Töne zum Verschwinden zu bringen.

Wir werden sehen, dass uns auch in Rücksicht auf verschiedenfarbiges Licht ein Weg des Messens zu Gebote steht, der wohl geeignet ist in einer Reihe von Fragen, die theils von praktischem, theils von theoretischem Interesse sind, Auskunft zu geben.

Die Angaben über die Vertheilung der Helligkeit im Sonnenspectrum, welche den meisten Untersuchungen zu Grunde gelegt sind, und welche auf zahlreichen Abbildungen in einer über dem Spectrum angebrachten Intensitätscurve ihren Ausdruck finden, rühren bekanntlich von Frauenhofer her.

Frauenhofer beleuchtete, während er das Spectrum direct durch ein Fernrohr beobachtete, die Hälfte seines freien Sehfeldes mittelst einer Spiegelvorrichtung mit Lampenlicht, das er durch Annähern oder Entfernen der Lampe verstärken oder schwächen konnte. Er verglich die auf der Netzhaut hart an einander stossenden Helligkeiten der Spectralfarbe und der jeweiligen Lampenbeleuchtung und suchte sie durch Veränderung der letzteren gleich zu machen. Er verglich also noch immer verschiedenfarbige Lichter.

Er meint, dies scheine anfangs etwas schwierig, werde aber durch Übung erleichtert. Er fügt eine bemerkenswerthe

Äusserung hinzu, indem er sagt: „L'intensité de la lumière du miroir se rapproche le plus de celle d'une couleur du spectre; si, à la même position de l'oculaire, son bord vertical est le moins distinct. Rencontre-t-on avec le miroir un endroit plus ou moins éclairé du spectre, le bord du miroir devient alors, dans les deux cas, plus net et plus distinct; parceque, dans le premier cas, le miroir paraît être placé dans l'ombre, et dans le second cas, c'est la couleur du spectre, qui s'y trouve. (Détermination du pouvoir réfringent. et dispersif de différentes espèces de verre. Astronomische Abhandlungen, herausgegeben von H. C. Schumacher, 2. Heft, Seite 35.)

Frauenhofer sah begreiflicherweise bei gleicher Helligkeit beider Hälften des Sehfeldes die Trennungslinie nur mittelst des Farbenunterschiedes, bei ungleicher Helligkeit aber mittelst des Farbenunterschiedes und mittelst des Helligkeitsunterschiedes, und wir haben bereits früher (Über einige Consequenzen der Young-Helmholtzischen Theorie, I. Abhandlung, diese Berichte, Band LXXX, Seite 63 ff.) gesehen, dass der Helligkeitsunterschied für die Deutlichkeit des Unterscheidens mehr vermag als der Farbenunterschied.

Frauenhofer's Beobachtungsreihen weichen ziemlich stark von einander ab, wie dies in der Natur der Sache liegt. Die Maximalhelligkeit zwischen *D* und *E* stets gleich Eins gesetzt, schwankt die Helligkeit bei *C* zwischen 0·048 und 0·15, so dass also der obere Grenzwerth mehr als das Dreifache vom unteren ist. Nicht ganz so gross, aber immer noch sehr beträchtlich, sind die Schwankungen für *F*, wo sich die niedrigste Angabe mit 0.084, die höchse mit 0·25 beziffert. Gleichmässiger sind die Angaben für *D*, die nur zwischen 0·59 und 0·72 schwanken, die für *E* weisen im Minimum 0·38, im Maximum 0·61 auf.

Im 140. Bande von Poggendorff's Annalen beschrieb später Vierordt ein Spectrophotometer und handelte ausführlicher von demselben und von den damit erhaltenen Resultaten in einer eigenen Schrift, betitelt: Die Anwendung des Spectralapparates zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes, Tübingen 1871. Sein Princip ist folgendes. Er wirft auf die Spectralfarben einen Streifen von weissem (beziehungsweise wenig gefärbtem) Licht und untersucht, wie weit er dieses Licht

abdämpfen muss, um den weissen Streifen auf der Spectralfarbe eben verschwinden zu machen. Er findet dann die Lichtstärken der gemessenen Farben den Intensitäten des jedesmal zum Verschwinden gebrachten weissen Lichtes proportional.

Dieses Verfahren setzt voraus, dass ein Quotient, den Vierordt mit $\frac{n}{l}$ bezeichnet, unabhängig sei von der Schwingungsdauer des gemessenen Lichtes. Dieser Quotient ist die Intensität des zum Verschwinden gebrachten weissen Lichtes, dividirt durch die Intensität des gemessenen farbigen Lichtes. Vierordt selbst kannte den Zahlenwerth dieses Quotienten nicht und sagt mit vollem Recht, dass man ihn auch nicht zu kennen brauche (l. c. p. 35); aber man wird sich kaum der Nothwendigkeit entschlagen können, sich zu überzeugen, dass er sich nicht mit der Farbe ändere. Dass Letzteres nicht selbstverständlich ist, wird man leicht einsehen, wenn man sich statt des weissen Hilfslichtes, welches zum Messen dient, zunächst ein farbiges denkt. Bei Anwendung desselben würde $\frac{n}{l}$ ein Maximum sein für diejenige Spectralfarbe, mit welcher das Hilfslicht dem Farbentone nach am meisten übereinstimmt; denn hier würde letzteres bei voller Übereinstimmung in Farbe und Sättigung nur einen Helligkeitsunterschied, nicht auch gleichzeitig einen Farbenunterschied hervorbringen, gleichviel, in welcher Menge es hinzu gemischt würde.

Man muss also zunächst nach einem möglichst farblosen Hilfslichte suchen. Vierordt wendete das einer Petroleumlampe an und schwächte es durch Rauchgläser ab. Ich weiss nicht, ob er damit den anzustrebenden Zweck erreichte, ich weiss aber auch nicht, ob er überhaupt erreichbar ist, ob es irgend ein weisses Licht gibt, für welches $\frac{n}{l}$ in der ganzen Länge des Spectrums constant ist, und ich kenne auch kein Mittel, nach einem solchen Lichte zu suchen, so lange man sich nicht einer anderen, von der Vierordt'schen unabhängigen photometrischen Methode bedient.

Schon diese Betrachtungen zeigen, dass die Bestimmungen Vierordt's nicht ohne Weiteres zur Kritik der Resultate Fraunhofer's verwendet werden können. Es existirt aber noch ein anderer Grund, der dies von vorne herein verbietet. Fraunhofer mass Helligkeitsempfindungen, wenn er sie gleich durch Verhältnisszahlen für die jeweiligen Intensitäten der Beleuchtung aus-

drückte. Vierordt sagt (l. c. p. 34): „Meine Methode misst nicht etwa die Lichtempfindungen, sondern die objectiven Lichtstärken selbst."

Auf das Messen der objectiven Lichtstärken verschiedenfarbiger Lichter, werde ich später noch wieder zurückkommen.

In neuester Zeit haben J. Macé und W. Nicati (Comptes rendus d. l'Ac. d. sc. 27. Oct. 1879, 31. Mai, 11. Oct. und 27. Dec. 1880) photometrische Messungen im Spectrum vorgenommen.

Sie beurtheilen die Lichtstärken in den verschiedenen Farben nach den Bruchtheilen derselben, welche hinreichten, ein aus drei dunklen Stäbchen bestehendes Probeobject, dessen Bild sich in das farbige Netzhautbild hineinzeichnete, aus verschiedenen, aber jedesmal bestimmten Entfernungen deutlich zu sehen. Sie hatten bei ihren Untersuchungen einen speciellen Zweck, nämlich den, verschiedene Individuen auf ihre Reactionsfähigkeit gegen Strahlen von verschiedener Schwingungsdauer zu prüfen, und diesem Zwecke entsprach ihr Verfahren. Sie machten dabei noch eine Wahrnehmung, welche hier erörtert werden muss.

Es ist durch die Untersuchungen von Purkinje und von Dove und Helmholtz bekannt, dass sich rothe und blaue Objecte bei abnehmender Beleuchtung nicht gleich verhalten. Die rothen dunkeln rascher als die blauen. Macé und Nicati haben dies bestätigt. Bei allgemeiner Verminderung der objectiven Lichtstärke nahm die Wirksamkeit der rothen Strahlen rascher ab, als die der blauen. Sie nahmen zugleich wahr, dass die gelben und die grünen Strahlen sich verhielten wie die rothen, und dass erst beim Übergange zum Blau und im Blau der Unterschied hervortrat. Sie bezeichnen eine Wellenlänge von $0.^{\mu}5$ als die ungefähre Grenze, bis zu welcher die Farben sich gleich verhalten. Von hier an nach abwärts wird bei abnehmender objectiver Helligkeit die Abnahme der subjectiven Helligkeit eine geringere.

Zu einem sehr ähnlichen Resultate war Helmholtz bereits im Jahre 1855 auf einem ganz anderen Wege gelangt. Im 94. Bande von Poggendorff's Annalen sagt er auf Seite 19: „Die erwähnte von Dove aufgefundene Erscheinung liess sich bei meinen Versuchen an den homogenen Farben sehr gut beobachten. Ich liess zwei farbige Lichtmengen durch die Spalten des Schirmes in solcher Menge dringen, dass sie gleich dunkle

Schatten warfen und brachte zwischen den Heliostaten und den ersten Spalt eine einfache oder mehrfache Lage eines dünnen weissen Gewebes, welches einen Theil des Sonnenlichtes zurückhält, ohne das Verhältniss seiner verschiedenartigen Bestandtheile zu verändern. Es erschien dann der Schatten der minder brechbaren Farbe dunkler, als der der brechbaren. Übrigens waren die Unterschiede sehr gering, so lange ich beide Farben aus der minder brechbaren Hälfte des Spectrums, Roth bis Grünblau, nahm, viel auffallender zwischen denen der brechbareren Hälfte, und am stärksten, wenn man Violett mit einer der minder brechbaren Farben verband".

Die Untersuchungen von Purkinje, von Dove, von Helmholtz und von Macé und Nicati zeigen, dass man, wenn es sich um das Messen von Helligkeitsempfindungen handelt, nicht von der Vertheilung der Helligkeit im Sonnenspectrum überhaupt, sondern nur von der Vertheilung der Helligkeit in einem Spectrum von bestimmter Lichtstärke sprechen kann, und dass, wenn es sich um das Messen der in Action tretenden physikalischen Energie handelt, das menschliche Auge für directe Messungen derselben mit einem der lästigsten Fehler behaftet ist, den ein Messinstrument haben kann, mit dem Mangel an Proportionalität der Angaben.

II. Dove's Photometer.[1]

Dove's Photometer besteht bekanntlich in einem zusammengesetzten Mikroskop von schwacher Vergrösserung, durch welches eine kleine Diaphanphotographie auf Glas beobachtet wird, welche die beiden Lichter, das zu messende und das messende, das eine von unten, das andere von oben beleuchten. Gelangt vom ersteren mehr zum Auge, so erscheint das Photographirte dunkel auf hellem Grunde, im entgegengesetzten Falle hell auf dunklem Grunde. Dove empfiehlt sein Instrument ausdrücklich für die Vergleichung verschiedenfarbiger Lichter, und er hatte hierzu ein vollgiltiges Recht.

Um dies näher zu erörtern, muss ich auf Versuche zurückkommen, welche ich in der ersten Abhandlung über Consequenzen

---

[1] H. W. Dove, Beschreibung eines neuen Photometers. Monatsberichte d. Berl. Acad., Mai 1861, daraus in Pogg. Annal. d. Ph. u. Chem. CXIV. 145.

der Young-Helmholtzischen Theorie[1] veröffentlicht habe. Ich hatte erfahren, dass die Lage lebhaft gefärbter Quadrate auf lebhaft gefärbtem Grunde bei zunehmender Entfernung des Beobachters vom Object dann am schlechtesten erkannt wird, wenn es am vollständigsten gelungen ist, Helligkeitsdifferenzen zwischen den beiden Farben zu vermeiden. Es konnte dies nach den Voraussetzungen der Young-Helmholtzischen Theorie so gedeutet werden, dass die Erregung jedes Zapfens nur die Empfindung einer Grundfarbe erregt, und desshalb auf jede der drei Grundfarben nur ein Dritttheil der Gesammtzahl der Zapfen kommt.[2]

---

[1] Diese Berichte Bd. LXXX, Heft I u. II, Seite 18 (3. Juli 1879).

[2] Nach den vergleichenden Zählungen, welche Fr. Salzer im hiesigen physiologischen Institute einerseits an den Zapfen, andererseits an den Sehnervenfasern des menschlichen Auges vorgenommen hat (diese Berichte, Bd. LXXXI, Abth. III, S. 7), kommen auf eine Faser des Stammes des Nerv. opticus im Durchschnitt sechs bis acht Zapfen. Es erweckt dies die Vermuthung, dass in den einzelnen Sehnervenfasern, die von sehr ungleicher Stärke sind, noch mehrere Leitungen neben einander liegen. Die Annahme dass in einem Achsencylinder noch wie in einem Kabel mehrere Leitungen neben einander liegen, wird durch die Nachweise, welche E. v. Fleischl (Über die Beschaffenheit des Axencylinders. Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe Carl Ludwig gewidmet von seinen Schülern, Leipzig 1874), entsprechend der Annahme von E. du Bois-Reymond, über die geringe Consistenz des Axencylinders gegeben hat, machen eine solche Vermuthung nicht unmöglich. Es ist bekannt, dass auch die lebenden Muskeln eine äusserst geringe Consistenz haben, und dass doch jedes Sarcous-Element mit seinem Vordermann und mit seinem Hintermann in directeren Beziehungen steht, als mit deren Nebenmännern.

Leugnet man diese Möglichkeit, stellt man sich also vor, dass in jeder Sehnervenfaser nur eine einheitliche Leitung liege, welche sich an der Peripherie behufs der Verbindung mit den Zapfen verzweigt, so darf man nicht annehmen, dass die Äste jeder Faser zu einer Gruppe zusammenstehender Zapfen gehen. Bei dieser Voraussetzung würde es unmöglich sein, die Sehschärfe zu begreifen, die thatsächlich ermittelt ist. Man müsste dann annehmen, dass die Äste sich durch einander schieben, so dass je zwei neben einander stehende Zapfen von verschiedenen Nervenfasern versorgt werden, dafür aber jede einzelne Nervenfaser ihre Äste auf ein grösseres Areal verbreitet. Man würde sich dieses System hinreichend complicirt denken können, um die Möglichkeit zu erhalten, dass zwar nicht die Erregung jedes einzelnen Zapfens, aber doch die Erregung zweier neben einander stehender Zapfen stets einen Eindruck geben müsste, der verschieden wäre von dem Eindrucke, den die Erregung irgend zweier anderer neben einander stehender

Aber auch für den, der sich diesen Voraussetzungen nicht anschliesst, bleibt die Thatsache bestehen, dass die Unterscheidbarkeit farbiger Objecte sinkt mit den Helligkeitsdifferenzen und bei Ausgleichung derselben einen unteren Grenzwerth erreicht, der bald höher, bald tiefer liegt, je nach der Natur der Farben, welche sich gegen einander absetzen und je nach der Beleuchtung. Diese Abschwächung der Sehschärfe bei Ausgleichung der Helligkeiten nun ist es, welche beim Dove'schen Photometer eine genaue und sichere Einstellung ermöglicht, die beiden zu vergleichenden Lichter mögen an Farbe noch so verschieden sein.

Obgleich Dove diesen Gegenstand nicht erörtert, sondern nur vom Erscheinen der photographirten Schrift dunkel auf hellem Grunde, von ihrem Verschwinden und von ihrem Wiedererscheinen hell auf dunklem Grunde spricht, so unterliegt es keinem Zweifel, dass er sehr wohl wusste, dass das Unterscheiden kleiner Dinge bei seiner Methode eine wesentliche Rolle spiele. Er sagt Seite 162: „Die sehr feine Schrift war mir auf die Länge die Augen zu sehr angreifend. Ich möchte daher vorschlagen, eine Copie anzufertigen einer in gleichförmiger Schwärze und Grösse der Buchstaben ausgeführten Schrift oder einer einfachen Zeichnung, etwa eines schwarzen Kreuzes auf weissem Grunde oder eines schwarzen Ringes auf demselben Grunde“. Dass kleine Dinge unterschieden oder vielmehr nicht unterschieden werden müssen, ist ja der wesentlichste Punkt, durch den sich das Dove'sche Photometer vom Bunsen'schen unterscheidet, bei dem auch reflectirtes und durchfallendes Licht ins Gleichgewicht gesetzt werden.

Zapfen hervorbringt, und somit als Localzeichen dienen könnte. Es setzt diese ganze Vorstellung natürlich die Annahme voraus, dass die Localzeichen ihre Eigenschaft als solche auf rein empirischem Wege erwarben und nicht im Centralorgane als solche präformirt sind.

Es steht indessen nichts der Annahme entgegen, dass jeder Zapfen der Fovea centralis seine eigene Leitung habe, dagegen auf den Seitentheilen der Netzhaut die einzelnen Nervenfasern mehrere Zapfen versorgen.

In Rücksicht auf das Verhältniss der Zahl der gleichzeitig möglichen getrennten Gesichtseindrücke zu der Zahl der Zapfen siehe auch die 15. August 1881 in Berlin erschienene Inauguraldissertation von Claude du Bois-Reymond: „Über die Zahl der Empfindungskreise in der Netzhautgrube.“

Abgesehen vom Detail, eignen sich vermöge der technischen Ausführung nicht alle Photographien gleich gut. Die erste, welche ich mit Erfolg benützte, war ein Situationsplan, auf dem die Eisenbahnen durch gezähnelte Linien angegeben waren. Das Verschwinden dieser Zähnelungen, sowie das Undeutlichwerden der schwächeren und stärkeren Linien für Wege und Strassen, der kleineren und grösseren Schrift u. s. w. gaben bei verschiedenen Vergrösserungen das geeignete Mittel zum Einstellen. Auch die Theilungen auf Glas, welche Herr Möller in Wedel in Holstein auf photographischem Wege anfertigt, erwiesen sich brauchbar.

Dove veränderte in den meisten Fällen die Helligkeit des zu untersuchenden farbigen Lichtes, oder eines der zu vergleichenden farbigen Lichter, aber dies ist nach dem im ersten Abschnitte Gesagten kaum zulässig, weil die Curve, nach welcher bei linearem Wachsen der physikalischen Energie die subjective Erregung steigt, bei verschiedenen Farben verschieden ist. Ich kann z. B. von zwei Stoffen, einem rothen und einem blauen, das eine Mal den einen, und das andere Mal den anderen heller finden, je nach dem Helligkeitsgrade, unter welchem ich sie mit einander vergleiche. Es handelt sich immer nur um die relative Helligkeit bei einer bestimmten Beleuchtung. Bei dieser und keiner anderen Beleuchtung muss ich vergleichen und messen, und darf auch das Licht auf dem Wege zu meinem Auge nicht abschwächen. Würde man Dove's Photometer eine Einrichtung geben können, welche dies ermöglicht, so würde man dadurch den Kreis seiner Anwendung beträchtlich ausdehnen.

Zunächst muss ich bemerken, dass die Anwendung des Mikroskops unwesentlich, ja schädlich ist. Es ermöglicht zwar für jedes Auge eine rasche und sichere Einstellung ins deutliche Sehen, schadet aber, indem es Licht und Farbe des zu untersuchenden Objectes ändert. Jeder, der sich mit Untersuchungen unter dem Polarisationsmikroskope beschäftigt hat, weiss, dass, wenn man stärkere Vergrösserungen anwendet, die durch Interferenz des ordinären und extraordinären Strahles erzeugten Farben matter werden. Das Mikroskop wirkt dabei in doppelter Weise, durch seine Verglasung und durch seine Röhre. Die Verglasung bewirkt auf verschiedenen Wegen Verlust an objectivem Licht für die Netzhaut, bezogen auf die Einheit des Areals derselben,

die Röhre aber bringt eine subjective Steigerung der Helligkeit hervor.

Sieht man durch eine innen geschwärzte Röhre, in der sich keinerlei Gläser befinden, auf ein farbiges Papier, indem man abwechselnd das eine und das andere Auge schliesst, so bemerkt man leicht, dass das Auge, vor welches die Röhre gelegt ist, das Papier heller sieht als das andere.

Man braucht nun, wie gesagt, das Mikroskop gar nicht, sondern kann ihm eine blosse Correctionslinse für die Sehweite substituiren und auch diese entbehren, wenn sich das Auge ohnehin für die Entfernung einstellt, in der man die Details der Photographie, die jetzt natürlich gröber sein müssen, zu sehen wünscht. Hierdurch wird schon ein viel freierer Spielraum für Vorrichtungen zur Beleuchtung der Photographie mit auffallendem Lichte gegeben, und diesen braucht man, denn von jetzt an handelt es sich darum, die Beleuchtung des zu untersuchenden farbigen Gegenstandes während des Versuches nicht mehr zu ändern, sondern ihn von vornherein in diejenige Beleuchtung zu bringen, in der man seine Helligkeit messen will, und nun das von der Seite des Beobachters her auf die Photographie fallende Licht so lange zu verändern, bis die Helligkeit des reflectirten und des durchfallenden Lichtes sich als gleich erweist. Die Schwierigkeit besteht dann nur noch darin, bei beträchtlicher Intensität des letzteren auch die nöthige Intensität des ersteren und doch zugleich hinreichenden Constanz desselben zu erzielen, eine Schwierigkeit, die bei unseren jetzigen technischen Hilfsmitteln nicht als unüberwindlich erscheint.

Natürlich hat man dabei immer Sorge zu tragen, dass nichts von dem Lichte in das Auge gelangen könne, welches von den Glastafeln, zwischen welchen sich die Photographie im engeren Sinne des Wortes befindet, spiegelnd zurückgeworfen wird.

III. Die Helligkeitstafel.

Für manche Zwecke kann man ohne ein solches Photometer und auf einfacherem Wege zum Ziele kommen. Es kann sich z. B. darum handeln, eine Reihe von probeweise angestrichenen Pigmentfarben auf ihre Helligkeit zu untersuchen, beziehungsweise sie so lange zu verändern, bis sie gleich hell sind. Wenn

man farbige Muster auf farbigem Grunde zusammenstellt, ist es im Allgemeinen unzweckmässig, unter den Localfarben der verschiedenen Theile des Musters grössere Helligkeitsdifferenzen auftreten zu lassen, als zwischen ihnen und dem Grunde. Entfernen sich einzelne Partien des Musters durch ihren Helligkeitsgrad zu sehr von den anderen, indem sie sich zugleich dem Helligkeitsgrade des Grundes annähern, so geschieht es leicht, dass sie für die Ferne schlecht wirken.

Mit der Verkleinerung der Netzhautbilder durch die Ferne nimmt die Farbenwirkung gegenüber der Helligkeitswirkung ab. Die Partien trennen sich in Folge davon von dem übrigen Muster, sie fallen heraus oder schlagen heraus, wie man sich ausdrückt, und fliessen, wenn sie unmittelbar an den Grund grenzen, mit demselben zusammen.

Dasselbe gilt natürlich von allen Flachornamenten, die noch in grösseren Entfernungen wirksam sein sollen. Man trennt sie desshalb in Rücksicht auf ihre Helligkeit entschieden vom Grunde und gibt ihren verschiedenen Farben unter einander weniger ungleiche Helligkeiten, indem man, wo es wünschenswerth erscheint, die einzelnen verschiedenfarbigen Bestandtheile durch Contouren von einander trennt, um die Zeichnung deutlicher hervortreten zu lassen. Über letzteren Punkt habe ich schon an einem anderen Orte gesprochen.[1]

Handelt es sich nur darum, für diesen artistischen Zweck zu entscheiden, welche von zwei Farben die hellere ist, so kann man sich meistens damit begnügen, Figuren, Quadrate, Dreiecke, von der einen auf einem Grunde von der anderen, und umgekehrt anzubringen und sich so weit zu entfernen, dass die Farbenwirkung der kleinen Figuren gegen die Helligkeitswirkung so weit zurücktritt, dass man ein Urtheil abgeben kann.

Um beliebig viele Farben in Rücksicht auf ihre Helligkeit bei einer gegebenen Beleuchtung graduell bestimmen zu können, habe ich ein auf einem Reissbrett aufgespanntes weisses Papier mit Tusche so abtonen lassen, dass es auf dem einen Ende schwarz, auf dem anderen Ende weiss war, und dazwischen die verschiedenen Abstufungen des Grau zeigte. — Durch die gefällige

[1] Physiologie der Farben. Seite 290.

Vermittlung des Herrn Prof. Haerdtle war diese Arbeit von einem Schüler desselben mit grosser Correctheit ausgeführt worden. Am unteren Rande wurde eine Eintheilung nach Centimetern aufgetragen und am oberen Rande, senkrecht über den Theilstrichen 0, 1, 2, 3 u. s. w. Decimeter, Merkstriche angebracht. Nun wurden in Stücken farbiger Papiere, deren Helligkeit untersucht werden sollte, kleine Öffnungen, Fenster von verschiedener Gestalt geschnitten und dieselben mittelst einer kleinen farblosen Glasplatte, wie man sie bei mikroskopischen Arbeiten als Objectträger benützt, und einer Klammern aus Messingblech an die Tafel an einem Orte angedrückt, dem ich nach vorläufiger Schätzung etwa gleiche Helligkeit zuschrieb. Nun entfernte ich mich in einer solchen Richtung, dass kein gespiegeltes Licht von der Glasplatte in meine Augen fallen konnte, und verzeichnete die Entfernung, in welcher mir das eingeschnittene Fenster, oder wenn deren mehrere waren, eines oder das andere derselben undeutlich wurde. Dann verschob ich das Papier, je nachdem mir das Fenster beim Undeutlichwerden als ein heller oder als ein dunkler Fleck erschienen war, etwas nach der dunklen oder nach der hellen Seite und mass wiederum den Abstand, unter welchem mir dasselbe Fenster undeutlich wurde. Dies wiederholte ich so lange, bis ich eine Stelle für das Papier gefunden hatte, von der ich es weder nach rechts noch nach links verschieben konnte, ohne den oben erwähnten Abstand grösser zu machen als er war. Ich hatte dann eine Stelle gefunden, an der die Helligkeit von Papier und Helligkeitstafel gleich war, und desshalb die Unterscheidbarkeit am geringsten. Durch senkrechtes Hinüberziehen auf die Centimetertheilung, konnte dieser Ort und damit der Helligkeitsgrad in Ziffern ausgedrückt werden.

Bei diesen Versuchen wurde mit Hilfe der Gläser eines Brillenkastens die Sehweite jedesmal sorgfältig corrigirt, und dass dies geschehe, ist ein dringendes Gebot. Durch mangelhafte Correction können sehr bedeutende Fehler entstehen; davon habe ich mich mehrmals überzeugt. Man kann die Correction jedesmal sehr bequem erreichen und zugleich die Fenster, selbst etwas grössere, unter kleinen Abständen zum Verschwinden bringen, wenn man durch ein umgekehrtes Opernglas beobachtet. Man muss aber dafür ein solches aussuchen, welches bei diesem

Gebrauche die Farbe und die Helligkeit der Gegenstände möglichst wenig ändert. Man prüft es in dieser Hinsicht, indem man mit einem Auge hindurchsieht und dann das eine und das andere Auge abwechselnd schliesst. Man muss sich hierbei mit dem Rücken gegen das Licht wenden, nicht so stehen, dass das Licht von der Seite einfällt, weil sonst auch ohne das Opernglas die Gegenstände verschieden hell und verschieden gefärbt erscheinen. Von der Erklärung dieser Thatsache, über welche zuerst Dr. Smith in Fochabers schrieb, habe ich in meiner Abhandlung: Untersuchungen über subjective Farben (Denkschriften der kaiserl. Akad. d. Wissensch., Band III, Seite 95) gehandelt.

Es ergab sich, dass die Art der Tagesbeleuchtung auf die Messungsresultate wesentlichen Einfluss hatte, indem die farbigen Papiere mit dem Wechsel derselben nicht nur ihre absolute, sondern auch ihre relative Helligkeit änderten. Dies kann dem Verfahren wissenschaftlich nicht zum Vorwurfe gereichen, denn man kann von einer wissenschaftlichen Messungsmethode nicht verlangen, dass sie etwas misst, was nicht existirt, die Helligkeit einer Farbe, abgesehen von der Beleuchtung; aber auch praktisch wird das Verfahren dadurch nicht unbrauchbar. Der Künstler, wenn er Wirkungen berechnet, unterscheidet, ob er für irgend eine künstliche Beleuchtung oder für Tageslicht arbeitet, und im letzteren Falle, ob sein Werk unter freiem Himmel oder in einem geschlossenen Raume angeschaut wird. Die Wechsel, welche die Witterung und die Tageszeit mit sich bringen, muss er sich gefallen lassen. Die Farben können also immer nur für diejenige Beleuchtung abgestimmt werden, auf welche am meisten zu rechnen ist.

Die Vervielfältigung einer solchen Helligkeitstafel könnte für Zeichner und Kupferstecher von wesentlichem Nutzen sein. Wenn sie einem Gemälde gegenüber stehen und dies zum Zwecke der Vervielfältigung zeichnen sollen, so sind sie in Rücksicht auf die Stufen des Grau, welche sie den verschiedenen Farben zu substituiren haben, ganz auf ihr Gefühl, auf ihre immerhin unsichere Schätzung angewiesen, und doch ist die Gesammtwirkung, welche sie erzielen, in erster Reihe abhängig von der Sicherheit, mit der sie das Richtige treffen. Da man auf Ölgemälde ohne Nachtheil für dieselben kleine Papierstücke mit Gummi aufkleben

und hinterher mittelst Wasser wieder wegnehmen kann, so würde man Stückchen einer nach ihren Helligkeitsgraden in Streifen zerschnittenen Tafel benützen können, um die Helligkeit der einzelnen Localfarben des Bildes zu ermitteln. Es würden die Resultate dieser Bestimmungen die Grundlage für die ganze Arbeit bilden, wobei es dem Künstler natürlich unbenommen bliebe, willkürlich und mit Bewusstsein abzuweichen, z. B. da, wo sich zwei Farben wegen gleicher Helligkeit im Stiche zu schlecht von einander trennen würden, den Helligkeitsunterschied zu verstärken.

Wenn solche Helligkeitstafeln mit der gehörigen Sorgfalt gedruckt und nur wirklich gleich dunkle in den Handel gebracht würden, so würde es auch möglich sein, sich schriftlich und ohne dass man einander Proben zuschickt, besser als jetzt über die Helligkeit der Farben zu verständigen.

Ich muss bemerken, dass es sich hier keinesweges um eine Tafel handelt, auf der die Helligkeitsgrade nach bestimmten theoretischen Voraussetzungen aufgetragen sind, sondern lediglich um eine solche, welche einen continuirlichen Übergang vom Weiss zum Schwarz darbietet und auf der den Mitteltönen die hinreichende Breite gegeben ist, um wirklich die ganze Empfindlichkeit, welche die Methode besitzt, ausnützen zu können.

Bei der vorbeschriebenen Methode musste das Papier oder der Stoff, dessen Helligkeit bestimmt werden sollte, mittelst einer Glasplatte angepresst werden. Es war dies nothwendig, damit der Rand der hineingeschnittenen Fenster keinen Schlagschatten erzeuge, der dann als Contour die Fenster unter allen Umständen deutlich machen, und so die Einstellung unmöglich machen würde. Die Glasplatte bringt immer eine Schwächung des Lichtes hervor. Dieselbe kann das Resultat insoferne fälschen, als, wie wir früher gesehen haben, nach den Untersuchungen von Purkinje, Dove, Helmholtz, Macé und Nicati die relative Helligkeit verschiedener Farben sich mit der Intensität der Beleuchtung ändert. Doch ist der dadurch entstehende Fehler schwerlich bedeutend. Ich habe durch Veränderung in der Stellung der Fensterladen die Intensität der Beleuchtung in beträchtlich grösserer Breite geändert, ohne Verschiebungen hervorzubringen, die ausserhalb der Breite der Fehler gelegen hätten, in die ich durch Ungenauigkeiten in der

Correction der Sehweite verfiel. Freilich sind meine in hohem Grade presbyopischen Augen, die von Fall zu Fall immer in veränderter Weise künstlich corrigirt werden müssen, für genaue Messungen auf diesem Gebiete weniger geeignet als jüngere. Auch muss ich in Betracht ziehen, dass die Verschiedenheit in dem Verhalten der verschiedenen Farben bei verschiedenen Helligkeiten für meine Augen vielleicht geringer ist, als für die meisten anderen; denn auf individuelle Unterschiede muss man hier, wo es sich um die verschiedene Erregbarkeit verschiedener Nervenelemente unter verschiedenen Umständen handelt, immer gefasst sein.

Immerhin muss man also daran denken, wo es nothwendig sein sollte, auch diese Glasplatte zu vermeiden. Man kann es, wenn man die Papier- oder Stoffstückchen, deren Helligkeit bestimmt werden soll, mit den hineingeschnittenen Fenstern so vor der Helligkeitstafel frei aufhängt, dass sie auf die letztere keinen Schatten werfen können. Meine Anordnung ist folgende. In der Tiefe des Zimmers, aber von einem der Fenster gut beleuchtet steht die Helligkeitstafel. In einiger Entfernung von ihr, aber um den Schlagschatten zu vermeiden, nicht in der Richtung gegen das beleuchtete Fenster hin, steht ein Halter, an dem ein Bleiloth hängt, dessen Bleigewicht, um seine Schwingungen zu dämpfen, in ein Schälchen mit Glycerin taucht. Zunächst wird nun die Helligkeitstafel genau senkrecht gerichtet, so dass der Faden des Bleilothes beim Visiren am oberen und unteren Rande derselben durch Theilstriche von gleicher Ziffer geht.

Dann wird das zu untersuchende Object an demselben Halter so angebracht, dass das hineingeschnittene Fenster unmittelbar neben dem Faden des Bleilothes liegt. Das Einstellen und Ablesen besteht nun darin, dass man das Object auf die Helligkeitstafel projicirt und mit seinem Auge so lange hin- und herrückt, bis man diejenige Richtung findet, bei der das Fenster unter dem kleinsten Abstande undeutlich wird. Der Faden des Bleilothes gestattet, den Ort der Helligkeitstafel, der dann durch das Fenster gesehen wird, nach der Theilung am unteren Rande der Tafel numerisch zu bestimmen. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass sich dieses Verfahren in einem wesentlichen Punkte von dem früheren unterscheidet. Bei dem früheren waren

die für die Farben gefundenen Helligkeiten unter sich und mit denen der Helligkeitstafel vergleichbar, bei diesem sind sie nur unter sich vergleichbar; denn bei dem früheren Verfahren waren Helligkeitstafel und Object in derselben Weise beleuchtet, aber bei dem letzteren Verfahren sind Object und Helligkeitstafel zwar von derselben Lichtquelle, jedoch in verschiedener Weise beleuchtet.

Dieses Verfahren gestattet in Ermanglung einer Helligkeitstafel eine schnell rotirende Fechner'sche Drehscheibe mit schwarzen und weissen Sectoren anzuwenden und sich durch die Abstufung der Sectoren eine Scala des Grau, vom Schwarz bis zum Weiss zu verschaffen.

Ich habe dieses Verfahren ferner benützt, um zu untersuchen, ob zwei verschiedene Farben auf der Netzhaut über einander geworfen, eine Helligkeit geben, welche zwischen den beiden Helligkeiten steht, welche jede einzelne bei verdoppelter physikalischer Intensität gegeben haben würde, beziehungsweise, ob zwei Farben von gleicher Helligkeit auf der Netzhaut übereinander geworfen eine Mischfarbe geben von einer Helligkeit gleich der, welche jede einzelne von ihnen bei verdoppelter physikalischer Helligkeitsintensität gegeben haben würde.

Es schliesst sich diese Frage in gewisser Beziehung einer von H. Grassmann aufgestellten Hypothese an. Derselbe sagt in seiner Abhandlung: Zur Theorie der Farbenmischung (Pogg. Ann. Bd. 89, Seite 82): „Am einfachsten ist es, anzunehmen, dass die gesammte Lichtintensität der Mischung die Summe sei aus den Intensitäten der gemischten Lichter. Hierbei verstehe ich unter der gesammten Lichtintensität die Summe aus der Intensität der Farbe, wie ich sie oben festgestellt habe, und aus der Intensität des beigemischten Weiss, und die Intensität des Weissen, wie auch jeder einzelnen Farbe, setze ich dabei nicht dem Quadrat der Vibrationsintensität, sondern dieser selbst proportional, so dass also bei der Vermischung zweier weissen und gleichfarbigen Lichter die Intensität der Mischung die Summe wird aus den Intensitäten der vermischten Lichter. Es ist diese vierte Voraussetzung nicht als eine so wohl begründete zu betrachten wie die früheren, obwohl sie sich aus theoretischen Betrachtungen durchaus als die wahrscheinlichste ergibt."

Die Antwort, welche ich gefunden habe, ist aber keine Antwort auf die Frage, ob die Grassmann'sche Hypothese richtig sei oder nicht; denn ich habe nicht untersucht, ob sich die Intensitäten einfach addiren, ich habe nur untersucht, ob verschiedene Farben ihre Helligkeiten für das Auge in derselben Weise addiren, wie es gleiche Farben thun.

Um diese Frage zu entscheiden wurden je zwei verschiedenfarbige Papierstücke von nahezu gleicher Helligkeit an einander geklebt, so dass die beiden Farben durch eine scharfe geradlinige Grenze von einander getrennt waren. Senkrecht auf diese und parallel mit einander wurden nun zwei lange und schmale, spaltförmige, rechteckige Fenster in das Papier geschnitten, so dass sie durch einen schmalen Papierbalken von einander getrennt waren. Dieses Object wurde beim Loth aufgehängt und durch ein doppelbrechendes Prisma so betrachtet, dass die beiden Bilder senkrecht über einander lagen; dann fiel, wenn z. B. die Papiere roth und blau waren, in einem Theile Blau auf Blau, in einem anderen Roth auf Roth und in einem Stücke zwischen beiden Roth auf Blau, was einen purpurvioletten Ton gab. Indem ich nun dieses Bild auf verschiedene Theile der Helligkeitstafel projicirte und auf das Undeutlichwerden, beziehungsweise das Verschwinden der verschiedenfarbigen Abschnitte des Papierbalkens zwischen den beiden Fenstern achtete, fand ich, dass die Helligkeit der Mischfarbe immer zwischen den Helligkeiten der beiden nicht gemischten oder vielmehr aus gleichen Farben gemischten Theile lag. Fanden sich einmal bei irgend einer Beleuchtung beide ursprüngliche Farben gleich hell, so zeigte auch die Mischfarbe die gleiche Helligkeit.

Wenn man also zwei Farben hat, die für irgend einen praktischen Zweck als gleich hell zu betrachten sind, so kann man mittelst des Farbenkreisels oder der Drehscheibe aus ihnen eine ganze Reihe von Mischfarben erzeugen, die alle für denselben praktischen Zweck als gleich hell zu betrachten sind, und wenn man irgend welche zwei Farben auf der Drehscheibe mischt, so liegt die Helligkeit der Mischfarbe immer zwischen den Helligkeiten der Componenten und kann der Helligkeit jeder einzelnen von beiden mehr angenähert werden dadurch, dass man den Raum der Farbe, deren Helligkeit man sich nähern will, auf der Drehscheibe vergrössert.

Ich habe das in Rede stehende Gesetz nur für mittlere Helligkeitsgrade geprüft. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass es für sehr hohe nicht mehr giltig ist, dass hier die Mischfarbe ein grösseres Helligkeitsgefühl hervorbringt, weil sich ihre Wirkung gleichmässiger auf die gesammten lichtempfindenden Elemente vertheilt. Bei sehr hohen Erregungsgraden ist der Zuwachs, den Vermehrung der objectiven Helligkeit im einzelnen empfindenden Elemente noch hervorbringen kann, nur gering, und es ist desshalb zu erwarten, dass die gleichmässigere Vertheilung in höherem Grade in Betracht komme als bei mittleren Helligkeitsgraden.

In einem Punkte unterschied sich bei meinen Versuchen die Mischfarbe von den Componenten. Ich bemerkte, dass in ihr der Balken, der die beiden Fenster trennte, bei geringerer Entfernung undeutlich wurde, beziehungsweise verschwand, als in den Partien, in welchen gleiche Farben über einander fielen. Es war dies nicht bei allen Versuchen deutlich, aber um so deutlicher, je gesättigter die Componenten waren, und je mehr die Sättigung durch die Mischung abnahm. Ich muss hier in Erinnerung bringen, dass dieser Unterschied keinen Unterschied in der Helligkeit bedeutet, denn die Helligkeit wird lediglich gemessen nach der Zone der Helligkeitstafel, auf welche projicirt das Object in der geringsten Entfernung undeutlich wird. Wie gross diese geringste Entfernung ist, das hängt, abgesehen von den Dimensionen der zu unterscheidenden Dinge, ab von dem chromatischen Abstande der Farbe vom Grau, d. h. sie ist unter übrigens gleichen Umständen um so grösser, je gesättigter die Farbe ist. Ausserdem wirkt auch die Intensität (vergl. diese Berichte, Bd. LXXX, S. 57) der Farbe als solcher, d. h. die Intensität des farbigen Lichtes, abgesehen vom beigemischten weissen. Denn selbst eine physikalisch gesättigte Farbe kann schlecht vom Grau zu unterscheiden sein, wenn sie sehr lichtschwach, sehr dunkel ist.

Ich muss hier noch darauf aufmerksam machen, dass unser Verfahren nicht nur seiner Natur, sondern auch seinen Resultaten nach wesentlich verschieden ist von dem, bei welchem die Helligkeit durch die Gesichtsschärfe als solche gemessen wird. Ich stellte mir eine Vorrichtung zusammen nach Art eines astronomischen Fernrohres für kurze Distanz und legte vor das Objectiv

ein doppelbrechendes Prisma. Durch das Ganze blickte ich auf eine Pappscheibe, die mit näherungsweise gleich hellem rothen und blauen Papier in der Weise beklebt war, dass eine scharfe gerade Grenzlinie, aber kein Contur die beiden Farben von einander schied. Ich sah also nun wieder drei Farbenfelder, von denen das eine aus Roth und Roth, das zweite aus Blau und Roth und das dritte aus Blau und Blau gemischt war. Nun brachte ich probeweise in der deutlichen Sehweite des Oculars verschiedene Theilungen und Gitter an, die sich dann beim Hindurchsehen auf die farbigen Felder projicirten. Ich fand, dass ich die schwerer erkennbaren auf der Mischfarbe schlechter unterschied als auf dem Roth und auch schlechter als auf dem Blau. Es würde unrichtig sein, daraus schliessen zu wollen, dass die Mischfarbe dunkler war; ich konnte ja auf anderem Wege zeigen, dass ihre Helligkeit zwischen der des rothen Feldes und der des blauen Feldes stand. Der Grund des schlechteren Unterscheidens war offenbar der, dass für das Roth allein und für das Blau allein eine bessere Einstellung möglich war, als für das Gemisch beider. Denn wenn auch weder das Roth und noch weniger das Blau monochromatisch war, so waren beide doch gesättigter als die Mischfarbe.

Die schärfsten Netzhautbilder können erhalten werden von monochromatischem Lichte. Je mehr das Licht Strahlen von verschiedenen Wellenlängen enthält, um so mehr müssen die Consequenzen der Chromasie des Auges hervortreten. Aber dies ist nicht der einzige Grund, wesshalb es nur in gewissen Fällen erlaubt ist, die Helligkeit direct nach der Sehschärfe zu beurtheilen. Ein anderer Grund liegt darin, dass nur bei niedrigen Helligkeitsgraden mit der Helligkeit auch die Sehschärfe wächst, dass sie in den höheren Helligkeitsgraden stationär wird und endlich bei sehr hohen, sogar wieder abnehmen kann.

Die Lichter bis auf den entsprechenden Grad abzuschwächen und dann mit dem Abschwächungsfactor zu multipliciren, ist nicht ohne Weiteres erlaubt, weil bei wachsender objectiver Helligkeit das Unterscheidungsvermögen ebenso wie das subjective Helligkeitsgefühl bei den verschiedenen Farben in verschiedener Weise wächst, wie sich dies in den Versuchen von Macé und Nicati deutlich zeigte. Dass sie sich der Methode dennoch bedienen durften, lag in ihrem speciellen Zwecke, der dahin ging, die

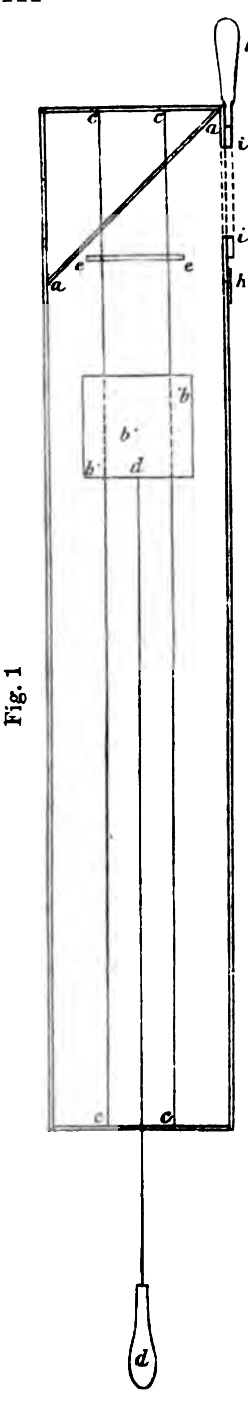


Fig. 1

Reactionsfähigkeit verschiedener Menschen auf Strahlen von verschiedener Schwingungsdauer zu prüfen.

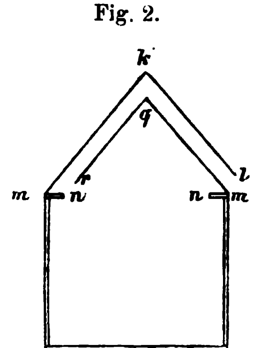
IV. Ein neues Photometer.

Bei der Anwendung der Helligkeitstafel wurde einerseits nach einem conventionellen Masse gemessen, andererseits änderte sich mit der Lichtquelle, welche zur Beleuchtung diente, auch jedes Mal das Probelicht; denn die Helligkeitstafel und das Object waren ja stets von derselben Lichtquelle aus beleuchtet. Es ist dies für manche Zwecke vortheilhaft, für andere aber macht es die Helligkeitstafel unbrauchbar, und ich habe desshalb gesucht, ein Photometer zu construiren, bei dem das Probelicht immer von derselben Lichtquelle herrührt, und dessen Angaben insofern weniger conventionell erscheinen, als die objective Helligkeit des Vergleichslichtes nach dem Lambert'schen Principe, dass die objectiven Helligkeiten sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Entfernungen von der Lichtquelle, abgestuft wird.

Der beistehende Holzschnitt (Fig. 1) zeigt in zehnfacher Verkleinerung den Horizontaldurchschnitt eines Kastens aus Holz, der inwendig geschwärzt ist. An einem Ende desselben befindet sich der weisse undurchsichtige Schirm *a a* in verticaler, unter 45° gegen die Längsrichtung des Kastens geneigter Ebene. Er versieht den Dienst der Helligkeitstafel, seine Beleuchtung erhält er durch drei Stearinkerzen, die an den Orten *b,b,b* auf einem

Schlitten aufgestellt sind, der auf der Drahtleitung *cc* verschoben werden kann. Geändert wird die Helligkeit des Schirmes dadurch, dass man mittelst der in Centimeter eingetheilten Stange *d d* den Schlitten dem Schirm nähert, oder ihn von demselben entfernt. Der Anschlag *ee* hindert das Anstossen des Schlittens an den Schirm. In den in der Seitenwand angebrachten Schieber *h h*, dessen Herausziehen das Einsetzen und Anzünden der Kerzen ermöglicht, ist ein Fenster *i i* eingeschnitten und mit einem flachen Rahmen umgeben, auf dem die zu prüfenden farbigen Papiere oder Stoffe in der Weise befestigt werden, dass sie die ganze Öffnung verdecken. Vorher sind sie auf ein schwarzes Papier aufgezogen worden, das seine schwarze Seiten dem Innern des Kastens zuwendet. Nach oben hat der Kasten, dessen Deckelplatte bis auf das Randstück *m n* (Fig. 2) ausgeschnitten ist, eine Bedachung aus Schwarzblech in der Form, wie sie in Fig. 2 im Verticaldurchschnitt gezeichnet ist. An den beiden Enden sind die Bleche *m k l* und *m q r* durch Giebelfelder von Schwarzblech mit einander verbunden. Ein solches Dach war gewählt worden, um das Licht abzuhalten und doch der Luft freien Zutritt zu gestatten. Ausserdem wurde der Boden des Kastens mehrfach durchbohrt und letzterer auf Leisten gestellt, damit auch an der Bodenfläche ein Luftwechsel stattfinde. Damit aber an derselben kein Licht eindringe, wurde unten um den Kasten ein Rand von herabragenden schwarzen Tucheggen geklebt. Trotz dieser Massregeln brannten die Kerzen nicht mit ganz gleicher Helligkeit bei offenem Schieber und bei geschlossenem; aber der Übelstand war ein geringer da sich nach dem Schliessen des Schiebers der stationäre Zustand bald herstellte.

Fig. 2.



Wenn das Photometer gebraucht werden soll, so wird das Object, nachdem es auf schwarzes Papier aufgezogen ist, erst mit mehreren kleinen Löchern in der Mitte durchlöchert. Ich bediente mich dazu einer Gruppe von sechs Stopfnadeln, welche in unregelmässiger Stellung in Schwefel eingegossen waren, um sie in eben dieser unregelmässigen Stellung zu fixiren. Man kann

aber auch Spalten oder verschieden gestaltete kleine Fenster hineinschneiden; nur hat man immer darauf zu achten, dass die Öffnungen nicht so gross oder so zahlreich sind, dass das durch sie eindringende Licht einen merklichen Fehler verursacht. Über die Grösse dieses Fehlers kann man sich belehren, wenn man erst eine Öffnung macht, eine Helligkeitsmessung vornimmt, dann eine zweite gleiche Öffnung macht, wieder misst u. s. f. Das Resultat einer solchen Fehlerbestimmung ist aber stets nur giltig für Farben von gleicher Helligkeit. Ist die Farbe heller, so ist der Fehler kleiner, ist sie aber dunkler, so ist er grösser, weil jetzt bei der grösseren Entfernung der Stearinkerzen, das durch die Öffnungen einfallende Licht einen grösseren Bruchtheil der gesammten Lichtmasse ausmacht, welche auf den weissen Schirm fällt.

Man kann übrigens den in Rede stehenden Fehler beliebig verkleinern, nicht nur dadurch, dass man nur wenige und kleine Öffnungen anbringt, sondern auch dadurch, dass man das durchlöcherte Object von dem Schirm weiter entfernt. Es würde dies so geschehen, dass man da, wo sich jetzt der Schieber befindet, ein röhrenförmiges Ansatzstück rechtwinkelig zur Längsaxe des Kastens anbrächte und das dem Beobachter zugewendete Ende dieses Ansatzstückes durch den das Object tragenden Schieber schlösse.

Hat man das Object durchlöchert und auf dem Rahmen des Schiebers befestigt, so bringt man den Letzteren wieder an seinen Ort im Apparat und schliesst ihn. Es wird nun das Object passend beleuchtet, wenn es glänzend ist, so, dass es nicht spiegelt, und die Messung unter steter Correction der Sehweite in ganz ähnlicher Weise vorgenommen, wie bei Anwendung der Helligkeitstafel, nur dass man hier nicht verschiedene Stellen des Schirmes aufsucht, auf den sich die Öffnungen projiciren, sondern die Helligkeit des ganzen Schirmes durch Bewegen des Schlittens verändert. Die Stellung desselben, bei dem der Abstand, unter dem die Öffnungen undeutlich werden, ein Minimum ist, gibt die Ablesung. Man wartet fünf Minuten, macht eine zweite Messung und, wenn deren Resultat nicht mit dem der ersten übereinstimmt, eine dritte u. s. f. bis der für die Helligkeit des Objectes gefundene Werth nicht mehr wächst. Diese Vorsichtsmassregel

ist nöthig, weil kurze Zeit nach dem Schliessen des Schiebers die Kerzen noch mit grösserer Helligkeit gebrannt haben, als später.

Die Messungen mittelst der Helligkeitstafel gaben das Helligkeitsgefühl, welches das farbige Object bei einer bestimmten Beleuchtung erregte, ausgedrückt durch das Helligkeitsgefühl, welches ein bestimmtes Grau bei Beleuchtung mittelst derselben Lichtquelle erzeugte, wobei die Beleuchtung des Grau mit der der Farbe genau gleich stark gemacht werden konnte, aber nicht für alle Zwecke gleich stark sein musste. Unser Photometer gibt das Helligkeitsgefühl, welches durch das farbige Object unter der gegebenen Beleuchtung erregt wird, ausgedrückt durch das Helligkeitsgefühl, welches durch eine weisse Fläche erregt wird, welche sich in bekannter Entfernung von einer bestimmten constanten Lichtquelle befindet und von deren Strahlen, so weit dieselben der Richtung der Annäherung und Entfernung der Lichtquelle parallel sind, unter einem Winkel von 45° getroffen wird, während die Visirlinie des Beobachters mit ihr gleichfalls einen Winkel von 45°, mit den eben erwähnten Strahlen aber einen Winkel von 90° macht. Während die Helligkeitstafel geeignet ist zu Untersuchungen über die Helligkeiten, welche verschiedene Farben bei ein und derselben Beleuchtung zeigen, ist das Photometer in gleicher Weise geeignet, die Helligkeiten zu messen, welche verschiedene Farben bei verschiedener Beleuchtung zeigen; denn wenn man dasselbe in einem Zimmer aufstellt, welches sich verdunkeln lässt, so kann man ja nach einander Tageslicht und verschiedene künstliche Beleuchtungen anwenden.

Es ist ferner klar, dass man dasselbe auch benutzen kann, um die Helligkeiten zu vergleichen, welche durch verschiedene farbige Lichtquellen erzeugt werden. Man braucht nur an die Stelle des farbigen Objectes ein weisses zu setzen und es nach einander mittelst der verschiedenen farbigen Lichtquellen zu beleuchten. Ich habe dem in theoretischer Beziehung nichts hinzuzufügen, in praktischer Beziehung aber muss ich darauf aufmerksam machen, dass solche Messungen nicht in jedem beliebigen Raume ausgeführt werden können. Es muss jede farbige Umgebung ausgeschlossen sein, weil nicht nur das auf die durchlöcherte weisse Fläche direct einfallende Licht in Betracht kommt, sondern auch das von den umgebenden Gegenständen zurückgeworfene.

V. Prüfung farbiger Gläser.

Wenn man mittelst farbiger Gläser oder farbiger Flüssigkeiten farbiges Licht bereitet hat, um dessen chemische Wirkungen, z. B. die photographischen oder seine Wirkung auf die Entwicklung gewisser Pflanzen oder gewisser Thiere, zu studiren, so thut man sicher besser, die Intensität der Strahlung mittelst anderer chemischer Hilfsmittel vergleichend zu prüfen, als sie mittelst des Auges photometrisch messen zu wollen. Aber abgesehen von gewissen wissenschaftlichen Aufgaben wird es für technische Zwecke nothwendig, die Helligkeit farbiger Gläser auf optischem Wege zu messen. Ich habe schon an einem anderen Orte [1] darauf hingewiesen, wie grosse Fehler bei der Zusammenstellung von Glasmustern oft dadurch begangen werden, dass die verschiedenfarbigen Gläser viel zu grosse Differenzen in Rücksicht auf ihre Helligkeit zeigen. Man findet dies manchmal selbst bei Kirchenfestern, am häufigsten aber bei bunten Glasthüren und Sopraportafenstern, wie sie in Landhäusern beliebt sind. Im letzteren Falle liegt die Schuld keineswegs immer an dem schlechten Geschmack dessen, der die Gläser zusammengestellt hat, sondern oft daran, dass die zu einander passenden Gläser im gewöhnlichen Handelsverkehr gar nicht zu bekommen waren.

Dove verglich mittelst seines Photometers die Helligkeit der farbigen Gläser, indem er dieselben zwischen die Photographie und den Spiegel des Mikroskopes brachte und von dem helleren so viele Tafeln über einander legte, dass die Gesammtwirkung der des dunkleren gleich war, oder er beschränkte bei dem helleren die Menge des durchfallenden Lichtes, oder er bediente sich zweier Nicol'schen Prismen, welche je nach der Stellung ihrer Schwingungsebenen gegen einander das durchfallende Licht abschwächten, beziehungsweise auslöschten, während das von der Photographie reflectirte Licht von der Stellung der Nicol'schen Prismen zu einander unabhängig war.

Diese Messungen haben einen praktischen Nutzen, weil man nach ihnen einigermassen schätzen kann, wie viel mehr von dem färbenden Oxyde hinzuzusetzen sein würde, oder wie viel dicker

[1] Physiologie der Farben. Leipzig 1866.

man ein Glas überfangen müsste, damit es den richtigen Helligkeitsgrad erhielte. Bei der Auswahl der Gläser selbst aber lässt uns dieses Verfahren insofern im Stiche, als wir bei der Messung das Glas bei weitem nicht in der Beleuchtung gesehen haben, in der es gesehen werden wird, wenn es an Ort und Stelle gebracht ist. Wir haben schon früher gesehen, dass zwei farbige Lichter, die bei einer bestimmten objectiven Lichtstärke subjectiv gleich hell sind, nicht nothwendig den Eindruck gleicher Helligkeit machen, wenn ihre objective, ihre physikalische Helligkeit auf die Hälfte herabgesetzt oder auf das doppelte erhöht wird. Wir waren desshalb genöthigt, das zu messende Licht zu lassen, wie es war, und das Vergleichslicht zu ändern, bis die gesuchte Gleichheit erzielt war. Da aber hier die zu verwendenden Gläser, wenn sie an Ort und Stelle gebracht sind, für den Beschauer sich in der Regel auf den Himmel oder dessen Wolken projiciren, müsste beim Messen auch die Anordnung getroffen werden, dass dies geschieht. Dann würde aber bei hellen Gläsern eine sehr kräftige Lichtquelle dazu gehören, um überhaupt das von der Photographie reflectirte Vergleichslicht auf die nöthige Helligkeit zu bringen. Es würde sich eine solche Lichtquelle am Ende beschaffen lassen und man könnte auch suchen der Photographie ein Probeobject zu substituiren, das mehr Licht reflectirt, man könnte auf die Rückseite des Glases Stückchen möglichst undurchsichtigen, weissen Papieres kleben, oder man könnte es mit einer matten metallischen Silberschichte überziehen, die hinreichend dick wäre, um völlig undurchsichtig zu sein, und diese dann bis auf einzelne Punkte oder Streifen, die zur Reflexion des Probelichtes zu dienen hätten, wieder wegkratzen. Aber dieses ganze Verfahren, welches auf demselben Principe wie das oben beschriebene Photometer beruht, würde für die Untersuchung farbiger Gläser wenig Anwendung finden. Die Aufgabe, das Verhalten farbiger Gläser verschiedenen Beleuchtungen gegenüber zu untersuchen, kommt selten vor. Die wesentliche Aufgabe ist immer Vergleichung von verschiedenen farbigen Gläsern bei derselben Beleuchtung. Für diese ist aber das eben besprochene Verfahren unzweckmässig, weil gegenüber den unvermeidlichen Änderungen in der Farbe und Helligkeit des Himmels die Quelle für das Vergleichslicht immer dieselbe bleibt. Man muss, wie es Dove that, das Vergleichslicht

aus derselben Quelle herleiten, wie die Beleuchtung, so dass es deren Änderungen mitmacht, dabei aber die Regel aufrecht erhalten, dass behufs der Einstellung nur die Helligkeit des Vergleichslichtes geändert werden darf.

Man hilft sich über die wesentlichste Schwierigkeit hinweg, wenn man das durchfallende Licht nicht direct vom Himmel herleitet, sondern von einem Spiegelbilde desselben, wie es Dove auch that. Es ist damit ein Lichtverlust verbunden, aber er ist, wenn der Spiegel hinreichend farblos ist, immer derselbe, und man kann ihn unschädlich machen, indem man die Messung bei recht hellem Himmel vornimmt, so dass die Helligkeit des Spiegelbildes noch immer der Beleuchtung entspricht, welche die Gläser an Ort und Stelle meistens finden werden. Nun kann man das directe Himmelslicht benützen, um damit kleine, auf dem Glase angebrachte weisse, undurchsichtige Felder, z. B. kleine aufgeklebte Papierstückchen, zu beleuchten. Wenn man aber dies thut, so findet man, dass sie sich auf einigermassen hellen Gläsern noch immer dunkel und dabei lebhaft complementär gefärbt gegen den Grund absetzen. Man braucht also nicht nur eine Vorrichtung, um das Vergleichslicht zu schwächen, sondern auch eine solche, um es durch Concentration zu verstärken.

Man könnte, um diese letztere unnöthig zu machen, statt der opaken Flächen auf dem Glase, vor demselben einen kleinen, unregelmässig gestalteten Metallspiegel anbringen, der das Licht des Himmels in das Auge des Beobachters reflectirt, wie der grosse Spiegel, von dem das durchfallende Licht kommt. In passender Entfernung und unter Anwendung eines umgekehrten galliläischen Fernrohres würde man sein auf das Glas projicirtes Bild hinreichend klein finden, um es für die Messung benützen zu können. Man hätte dann nur für eine Vorrichtung zu sorgen, vermöge welcher man die Menge des Lichtes, welche auf den kleinen Spiegel fällt, nach und nach vermindern könnte, ohne das Licht, welches auf den grossen Spiegel fällt, zu verändern. Man könnte weiter auch daran denken, das Dove'sche Princip ganz zu verlassen und aus Rauchgläsern eine Helligkeitsskala für farbige Gläser herzustellen, aber die einzelnen Messungen würden dann in hohem Grade zeitraubend ausfallen, da man probeweise sorgfältig abgeschliffene Streifen der Rauchgläser

zwischen gleichfalls abgeschliffene Streifen der zu untersuchenden Gläser legen und sie durch Canadabalsam mit denselben verbinden müsste, weil sonst die stark sichtbaren Grenzlinien sich auch in grösserer Entfernung und im verkleinerten Bilde noch kenntlich machen würden. Endlich könnte man daran denken, die einzelnen Farben des Absorptionsspectrums mittelst des Vierordt'schen Doppelspaltes mit den gleichen Farben des Spectrums des ursprünglichen Lichtes zu vergleichen, wie dies bei farbigen Flüssigkeiten und durchsichtigen festen Körpern zu anderen Zwecken vielfältig geschehen ist. Man würde hier mit der Vergleichung verschiedenfarbiger Lichter ganz aus dem Wege gehen und brauchte auch die Helligkeit der Lichter des zu untersuchenden Spectrums nicht zu ändern, da man ja die des anderen ändern könnte; aber ich sehe nicht ein, wie man schliesslich aus den gemachten Beobachtungen den Summationswerth der subjectiven Helligkeit bei einer bestimmten Beleuchtung auch nur mit annähernder Genauigkeit ableiten wollte.

Ich habe bis jetzt kein Photometer für farbige Gläser ausgeführt; aber ich zweifle nicht, dass das praktische Bedürfniss noch zur Ausführung eines solchen antreiben wird, da bei farbigen Gläsern die Schätzung nach dem blossen Augenschein noch viel unsicherer ist, als bei opaken Gegenständen. Bekannt ist es, dass namentlich helle gelbe Gläser so sehr täuschen, dass man durch dieselben, wenn man sie nahe vor das Auge hält, heller zu sehen glaubt als mit dem freien Auge, und erst, wenn man sie in einiger Entfernung auf eine helle Fläche projicirt, bemerkt, dass sie denn doch einen nicht unbeträchtlichen Lichtverlust bedingen. Diese längst bekannte Erscheinung veranlasste mich zu einigen Versuchen über den Einfluss, den etwa die Farbe als solche auf den Stand der Pupilla haben könnte.

Ich liess auf einem staffeleiartigen, festen und schweren Gestelle eine Holzscheibe von 37 Ctm. Radius leicht drehbar anbringen. Die Hälfte dieser Scheibe wurde mit rothem, die Hälfte mit blauem Papier bekleidet. Beide Papiere waren näherungsweise gleich hell, so dass, an der Helligkeitstafel geprüft, für mich je nach der Beleuchtung beide theils gleich hell erschienen, theils das Blaue etwas heller. Von einem Collegen, der nie irgend eine Anomalie in seiner Farbenempfindung wahr-

genommen hatte, wurde, wenn ich die beiden Farben gleich hell fand, nach Beobachtungen an der Helligkeitstafel das Roth als die hellere Farbe bestimmt.

Das blaue Papier war ein an der Oberfläche gefärbtes von möglichst gesättigter Farbe, das Roth war dadurch erzeugt, dass ich ein in der Substanz gefärbtes rothes Blumenpapier mit einem mennigrothen Papiere unterlegt hatte. Das Blau gab, wie die Spectraluntersuchung zeigte, noch Licht aus allen Theilen des Spectrums zurück, und auch das Roth war nicht monochromatisch, aber es waren die beiden gesättigtsten Farben, die ich mir mit Hilfe der käuflichen Papiere in näherungsweise gleicher Helligkeit herstellen konnte. An dem Zapfen, auf dem die Scheibe drehbar war, wurde ein im spitzen Winkel zusammengebogener schwarzer Eisendraht in Form eines Zeigers befestigt, der dazu diente, die Fixation fest zu halten, während die Scheibe gedreht wurde. Nun wurde ein grosser geschwärzter Bogen Pappe so vor die Scheibe gehängt, dass nur die Hälfte derselben sichtbar blieb. Der, dessen Pupillen beobachtet wurden, blickte, die Spitze des Zeigers fixirend, zuerst auf die rothe Hälfte, dann wurde die Scheibe schnell um 180° gedreht, sodass sich das Blau an die Stelle des Roth setzte, dann wurde nach einer kurzen Pause wieder zum Roth übergegangen. Es wurde indessen kein entschiedenes Beobachtungsresultat erlangt, bald schien die Pupille beim Übergange zum Blau etwas enger zu werden, bald beim Übergange zum Roth, bald endlich liess sich gar keine Veränderung wahrnehmen. Bei einem jungen Manne mit sehr beweglicher Pupille bemerkten wir sehr deutlich, dass sich die Pupille bei jedem Wechsel verengerte, sich dann aber wieder auf ihren früheren Stand erweiterte, der Wechsel mochte vom Roth zum Blau oder vom Blau zum Roth stattgefunden haben.

Es scheint hiernach, dass die Grösse der Pupille und damit die optische Helligkeit des Netzhautbildes von der Farbe des einfallenden Lichtes im Grossen und Ganzen unabhängig ist. Die Möglichkeit eines geringen Einflusses soll damit nicht bestritten werden. Er könnte schon dadurch bedingt sein, dass der Accommodationszustand ein verschiedener ist, wenn in gleicher Entfernung einmal Roth auf schwarzem Grunde, das andere Mal Blau auf schwarzem Grunde fixirt wird.

VI. Wie soll man in Zukunft die relativen Helligkeiten der verschiedenen Theile des Spectrums bestimmen?

Wenn man die Helligkeit der Farben eines Spectrums unter einander, nicht mit den Helligkeiten der Farben eines anderen Spectrums, vergleichen will, so ist man aus dem oben (S. 4. ff.) angeführten Grunde noch darauf angewiesen, insofern zu dem Frauenhofer'schen Verfahren zurückzukehren dass man die zu bestimmende Farbe direct mit einem farblosen oder wenig gefärbten Probelichte vergleicht, dessen Helligkeitsabstufung nach einem bestimmten Gesetze durch eine geeignete Vorrichtung gesichert ist. Aber man wird nicht mehr, wie es Frauenhofer that, die eine Hälfte des Sehfeldes mit dem zu messenden Lichte, die andere Hälfte mit dem Vergleichslichte beleuchten. Frauenhofer erkannte schon, dass bei gleicher Helligkeit die Trennungslinie zwischen beiden Hälften am schlechtesten zu sehen war, aber er konnte hieraus nicht den ganzen Nutzen ziehen, der sich daraus ziehen lässt, weil er es eben mit einer einfachen Trennungslinie zwischen zwei verhältnissmässig grossen Feldern zu thun hatte. Man wird das zu messende Licht und das Vergleichslicht in verhältnissmässig kleinen Arealen zwischen einander vertheilen und dann den Punkt der geringsten Unterscheidbarkeit aufsuchen, wie es beim Dove'schen Photometer, bei der Helligkeitstafel und bei dem oben von mir beschriebenen Photometer geschieht. Bei diesen Instrumenten fielen in der Regel kleine Areale des Vergleichslichtes zwischen grössere des zu messenden Lichtes, beim Spectrum würde, da man möglichst schmale Zonen desselben einzeln untersuchen will, das Umgekehrte zu empfehlen sein. Es würde zu empfehlen sein, das ganze Sehfeld mit dem Vergleichslichte zu beleuchten und das zu messende Licht nur in zwei schmalen, den Frauenhofer'schen Linien des Spectrums parallelen Streifen erscheinen zu lassen, welche von einander nur durch einen ebenso schmalen Zwischenstreifen des Vergleichslichtes getrennt sein müssten. Man könnte, um diese Anordnung zu erzielen, eine dünne Glaslamelle bis zur Undurchsichtigkeit matt versilbern, die beiden Streifen, vielleicht durch in ungleichen Abständen angebrachte Substanzbrücken

unterbrochen, in den Silberbeleg hineinkratzen, sie an den Ort des reellen Luftbildes des Spaltes bringen und durch die Art, wie das Vergleichslicht angebracht würde, dafür sorgen, dass durch die Glasfläche nichts von demselben in das Auge des Beobachters gespiegelt werden könnte. Es würde sich dann nur um ein constantes und hinreichend kräftiges Probelicht handeln, dessen Wirkung durch Annähern und Entfernen abgestuft werden könnte.

Eine passende optische Vorrichtung müsste dazu dienen, nicht allein für jede Farbe die genaue Einstellung zu bewirken, sondern auch das Netzhautbild nach Bedürfniss zu vergrössern oder zu verkleinern. Denn es ist wesentlich für die Genauigkeit der Messungen, das Netzhautbild für die Beobachtungen so gross oder so klein zu machen, dass seine Einzelnheiten bei der gesuchten Helligkeit des Vergleichslichtes, aber auch nur bei dieser, undeutlich werden, beziehungsweise verschwinden.

Man würde bei diesem Verfahren ebenso, wie mit dem oben beschriebenen Photometer, farbige Helligkeitsempfindungen messen nach Helligkeitsempfindungen, die von einem mehr oder weniger farblosen Lichte herrühren, und diese würden ausgedrückt sein durch die sie erzeugenden objectiven Helligkeiten.

Welchen Zweck würde man mit diesen Untersuchungen verfolgen? Würde man Frauenhofer's Angaben controliren, eventuell berichtigen wollen? Bei seiner Methode waren die Beobachtungsfehler trotz der unvergleichlichen Geschicklichkeit des Beobachters sicher grösser als sie jetzt sein würden; aber wenn er jetzt mit einem verbesserten Verfahren seine Beobachtungen genau unter denselben Umständen wiederholen könnte, unter denen er sie gemacht hat, so würden die Abweichungen von seinen früheren Angaben vielleicht nicht grösser ausfallen als diejenigen, welche bedingt sind:

1. Durch die Verschiedenheit des Lichtes, von dem das Spectrum entworfen wird, je nach dem Stande der Sonne und dem Zustande der Atmosphäre, je nachdem man directes Sonnenlicht oder weisses Wolkenlicht oder Himmelslicht anwendet.[1]

---

[1] In Rücksicht auf eine neuere Angabe über die Farbe des Tageslichtes will ich daran erinnern, dass ich die Beobachtungen und Versuche,

2. Durch die Verschiedenheit der Lichtstärke der Spectra.

3. Durch die Verschiedenheit der Augen der Beobachter.

Diese drei Punkte sind es desshalb, auf welche sich das Studium zunächst zu richten hat. Über Punkt 2 und 3 sind von Macé und Nicati (l. c.) Untersuchungen nach der Methode der directen Bestimmung der Sehschärfe angestellt worden; aber es ist in hohem Grade wünschenswerth, dass solche Untersuchungen auch nach der hier in Rede stehenden Methode angestellt werden.

Ehe die erwähnten drei Punkte nicht nach einer mit der Frauenhofer'schen Methode im Principe übereinstimmenden Methode gründlich studirt sind, ist die Frage, ob Frauenhofer's Angaben richtig seien, oder wie man sie abändern solle, eine müssige. Die Lichtvertheilung im Spectrum ist eben Wechseln unterworfen, und sie ist selbst nicht im einzelnen Falle für alle Menschen dieselbe.

Man hat oft gesprochen vom Messen der objectiven Helligkeiten im Spectrum, vom Messen von physikalischen Intensitäten. Wenn aber das Auge hierbei als Messinstrument dienen soll, so erheben sich gegen die Durchführbarkeit solcher Messungen sehr ernste Bedenken. Als was betrachtet die Mehrzahl der Physiker und der Physiologen das Licht? Als den Antheil der Wärmestrahlung, der durch die optischen Medien des Auges hindurchgeht, und der zugleich das Vermögen hat, durch seine Einwirkung auf die Netzhaut in uns die Empfindung des Leuchtenden hervorzurufen. Es ist also zunächst klar, dass wir nicht die ursprünglichen Intensitäten der Schwingungen verschiedener Schwingungsdauer messen können, sondern nur die Reste, welche übrig geblieben sind, nachdem die Strahlung der Absorption der Prismen, der übrigen Gläser des Spectralapparates und der der optischen Medien des Auges ausgesetzt war. Wir wissen, dass diese Absorption je nach der Schwingungsdauer sehr verschieden stark ist, so dass jeder Gedanke an einen Rückschluss auf die

auf Grund deren ich das Tageslicht für röthlich erkläre (vergl. diese Ber., Bd. LI, Abth. II, S. 471), bei bedecktem Himmel und beschneieten Dächern angestellt habe. Es schienen mir dies die Bedingungen zu sein, unter denen das für meine Versuche verwendete Licht am wenigsten durch accidentelle Umstände verändert sein konnte.

ursprünglichen Intensitäten von vorne herein ausgeschlossen ist. Es kann also immer nur die Rede davon sein, die relativen Intensitäten dieser Reste zu bestimmen. Aber auch das ist nicht möglich. Es würde nur möglich sein, wenn, unabhängig von der Schwingungsdauer gleiche Intensitäten dieser Reste gleiche Helligkeitsempfindungen hervorbrächten, oder wenn man wenigstens genau wüsste, wie sich mit der Schwingungsdauer die Relation zwischen physikalischer Intensität und Helligkeitsempfindung ändert. Beides ist aber nicht der Fall. Nach der Young-Helmholtz'schen Theorie erregen, wie bekannt, alle Strahlen, welche im sichtbaren Spectrum vertreten sind, alle drei Arten von Sehnervenelementen, aber in sehr verschiedenem Grade, und über die Relationen zwischen den Helligkeitsempfindungen, welche Strahlen bestimmter Schwingungsdauer hervorbringen und deren physikalischen Intensitäten, ist schon desshalb nichts bekannt, weil diese Intensitäten zuvor auf anderem Wege, als mittelst der Netzhaut bestimmt werden müssten. Bekanntlich haben aber die Untersuchungen, welche theils mit thermometrischen, theils mit chemischen Hilfsmitteln, theils mit Hilfe der Fluorescenz über die Durchgängigkeit der Augenmedien angestellt worden sind, nur ganz im Allgemeinen festgestellt, dass die Strahlen, welche im leuchtenden Spectrum vertreten sind, einen relativ geringeren, wie es scheint die Strahlen im Grün und Grüngelb den geringsten, Verlust erleiden, und dass die Absorption sowohl mit wachsender als auch mit abnehmender Schwingungsdauer zunimmt. Aber diese Resultate genügen bei weitem nicht, um eine Curve der physikalischen Intensitäten im Spectrum, welche zur Netzhaut gelangen, zu entwerfen,[1] wie Fraunhofer eine solche für die Helligkeits-

[1] Die Herstellung einer solchen Curve würde für uns Physiologen von der grössten Bedeutung sein, denn wir würden aus der Vergleichung der Fraunhofer'schen Curve mit dieser ersehen, wie die Schwingungen, welche überhaupt zur Netzhaut gelangen, je nach ihrer Schwingungsdauer mehr oder weniger, beziehungsweise gar nicht, das Vermögen besitzen, die Empfindung des Leuchtenden zu erregen. Es scheint aber wenig Hoffnung zu sein, dass sie sobald zu Stande gebracht werde. Ganz abgesehen von der Schwierigkeit, die Absorption, welche die optischen Medien des Auges auf die Strahlen von verschiedener Schwingungsdauer ausüben, einzeln zu bestimmen, ist es ja an und für sich ein bis jetzt ungelöstes Problem

empfindungen gezeichnet hat. Auch der, welcher sich der Helmholtz'schen Theorie nicht anschliesst, steht der Lösung der Aufgabe nicht um einen Schritt näher. Wenn ich zwei gleichfarbige Lichter gleich hell gemacht habe, so kann ich auf gleiche objective Intensitäten schliessen, wenn die beiden Lichter gleiche Zusammensetzung haben, denn dann darf ich annehmen, dass sie gleich gut durch die optischen Medien des Auges gegangen

---

einer gemischten Strahlung die Intensitäten der Schwingungen verschiedener Schwingungsdauer gesondert zu bestimmen. Dass man mit chemischen Hilfsmitteln nicht zum Ziele kommt, ist allgemein anerkannt, weil die Grösse der chemischen Wirkung mit der Schwingungsdauer in hohem Grade wechselt und in verschiedener Weise wechselt, je nach der Natur der angewendeten Materialien. Aber auch in Rücksicht auf die Bestimmung der Intensitäten aus ihren thermischen Wirkungen sind die Aussichten nicht günstig.

Es ist zwar nicht schwer, einen Apparat zum Messen strahlender Wärme empirisch so zu graduiren, dass sich aus seinen Anzeigen die Verhältnisszahlen für die jedesmal einwirkenden Intensitäten herstellen lassen, so lange die Schwingungsdauer der Strahlung dieselbe bleibt; zu unserem Zweck aber, wo dies eben nicht der Fall ist, mussten wir für den Apparat erst ein Materiale suchen, bei dem, wenn der Apparat seiner Natur nach kalorimetrisch wäre, die von der Strahlung in der Zeiteinheit übertragenen lebendigen Kräfte unabhängig wären von der Schwingungsdauer. Wenn der Apparat seiner Natur nach thermometrisch wäre, so müssten wir ein Materiale haben, bei dem das Gleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeverlust bei gleicher Intensität der Strahlung immer bei derselben Temperatur einträte, welches auch die Schwingungsdauer der Strahlung sein möchte. Dass diese Temperatur unabhängig sei von der Schwingungsdauer, ist keineswegs selbstverständlich. Wenn man mit Gewissheit aussagen könnte, dass die Wärmeabgabe eines Körpers zwar abhängig sei von seiner Temperatur, aber unabhängig von der Art, wie dieselbe entstanden ist, beziehungsweise auf ihrer Höhe erhalten wird, so würde es höchst wahrscheinlich sein, dass die erreichte Temperatur bei gleichen Intensitäten von Strahlungen verschiedener Schwingungsdauer dann immer dieselbe ist, wenn von den verschiedenen Strahlungen bei gleichen Intensitäten in der Zeiteinheit gleiche Summen lebendiger Kräfte als solche übertragen werden. Wo dies nicht der Fall ist würden voraussichtlich die bei gleichen Intensitäten erreichten Temperaturen nicht dieselben sein.

Aber auch jene Aussage können wir nicht machen. Die Fluorescenz zeigt uns, dass die Ausstrahlung qualitativ verschieden sein kann, je nach der Natur der Einstrahlung, und hiermit ist die Möglichkeit gegeben, dass die Ausstrahlung auch quantitativ abhängig sei von der Schwingungsdauer der Einstrahlung.

sind, und dass das Vermögen, die Netzhaut zur Empfindung des Leuchtenden zu erregen, ihnen in gleichem Maasse zukommt; haben sie aber nicht gleiche Zusammensetzung, ist z. B. die eine monochromatisch, die andere gemischt, so kann ich nicht auf gleiche objective Intensitäten schliessen, denn es ist dann in hohem Grade wahrscheinlich, dass die beiden vorerwähnten Annahmen nicht zutreffen. Wenn ich zwei Lichter von verschiedener Farbe gleich hell mache, so kann ich niemals auf gleiche objective Intensitäten schliessen, weil es nicht nur nicht gewiss, sondern sogar im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, dass die beiden Lichter unter gleichem Verlust durch die optischen Medien des Auges hindurchgegangen sind, und dass ihnen das Vermögen, die Netzhaut zur Empfindung des Leuchtenden zu erregen, in gleichem Grade zukommt. Wenn ich zwei gleichzusammengesetzte Lichter gleich hell gemacht habe, so kann ich darauf rechnen, dass sie auch gleich hell bleiben, ich mag ihre Intensität steigern oder mindern; wenn es nur für beide in gleichem Grade geschieht. Für ungleichzusammengesetzte ist dies nicht der Fall. Wenn ich ein blaues und ein rothes Licht gleich gemacht habe und ich steigere die objective Intensität beider in demselben Grade, so wird das rothe Licht heller, und wenn ich die Intensität beider in gleichem Grade vermindere, so wird das blaue Licht heller.

Man wird sich desshalb in der heterochromen Photometrie vorläufig damit begnügen müssen, Helligkeitsempfindungen dadurch zu bestimmen, dass man sie durch Helligkeitsempfindungen ausdrückt, die von Vergleichslichtern hervorgebracht werden, deren objective Intensität man nach Willkür ändern und abstufen kann.

XXII. SITZUNG VOM 20. OCTOBER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Herr Ludwig E. Tiefenbacher, Ingenieur in Wien, übermittelt eine Ergänzung zu seinem früher überreichten Druckwerk über die Rutschungen, ihre Ursachen, Wirkungen und Behebungen, unter dem Titel: „Der Wald und seine Beziehungen zu Rutschungen."

Das c. M. Herr Prof. F. Lippich übersendet eine Abhandlung des Herrn Leopold Austerlitz, Lehramtscandidat in Prag, betitelt: „Beitrag zum ballistischen Problem."

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Ed. Mahler in Wien: „Theorie der Krümmung einer *n*-fachen Mannigfaltigkeit" vor.

Das w. M. Herr Director E. Weiss bespricht die beiden letzten Kometenentdeckungen der Herren Barnard zu Nashville (Tennessee) und Denning zu Bristol.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXVII, Nr. 3. St. Pétersbourg, 1881; 4°.

— — Mémoires. Tome XXVIII, Nr. 1. St. Pétersbourg, 1881; 4°.

Academy of natural sciences of Philadelphia: Journal. Vol. VIII; second series, Part IV. Philadelphia, 1874—1881; 4°.

— — Proceedings. Parto I—III. January—December 1881. Philadelphia, 1880; 8°.

Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie IV. Tomo I. Bologna, 1880; 4°.

— — Indici generali dei dieci tomi della terza serie delle Memorie publicati negli Anni 1871—79. Bologna, 1880; 4°.

Akademie, Kaiserliche Leopoldino - Carolinisch - Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft 17, Nr. 17—18. September 1881. Halle a. S.; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIX. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1881; 8⁰. — Abonnements-Beiblatt: Rundschau für die Interessen der Pharmacie, Chemie und der verwandten Fächer. Leitmeritz, 1881; 8⁰.

Association, the American pharmaceutical: Proceedings at the 28th annual Meeting. Philadelphia, 1881, 8⁰.

Bureau, international des Poids et Mesures: Travaux et Mémoires. Tome I. Paris, 1881; gr. 4⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. V. Jahrgang, Nr. 40 und 41. Cöthen, 1881; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nrs. 13 & 14. Paris, 1881; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band, October-Heft 1881. Wien; 8⁰.

— physikalische zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1876. XXXII. Jahrgang, I. u. II. Abtheilung. Berlin, 1880—81; 8⁰.

— naturforschende in Danzig: Schriften. N. F. V. Band, 1. u. 2. Heft, Danzig, 1881; 8⁰.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang, Nr. 40 u. 41. Wien, 1881; 4⁰.

Hydrographisches Amt, k. k.: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. VII. Jahrgang. Vol. VII. Nr. 1—12. Pola, 1879; 8⁰. — IX. Jahrgang, Nr. 8 u. 9. Pola, 1881; 8⁰. — Jahrgang 1881. Heft 4. Pola, 1881; 8⁰.

Ingenieur- und Architekten - Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 40 u. 41. Wien, 1881; 4⁰.

— — Zeitschrift. XXXIII. Jahrgang. 4. Heft. Wien, 1881; 4⁰.

Istituto, R. di Studi superiori pratici e di Perfezionamento in Firenze: Publicazioni. Sezione di Medicina e Chirurgia: Il primo anno della Clinica ostetrica del Dott. Ernesto Grassi. Firenze, 1880; 8⁰.

Istituto, R. di Studi superiori pratici e di Perfezionamento in Firenze: Sezione di scienze fisiche e naturali: Tavole per una Anatomia delle piante aquatiche di Filippo Parlatore, Firenze, 1881; 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. XI. Band. Jahrgang 1879. Heft 2. Berlin, 1881; 8°.

Le Paige: Sur les Formes trilinéaires: Rome, 1881; 4°.

Nature. Vol. XXIV. Nr. 624. London, 1881; 8°.

Smithsonian Institution: Annual Report of the Board of Regents for the year 1879. Washington, 1880; 8°.

— — Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XXIII. Washington, 1881; 4°.

— — Miscellaneous Collections. Vol. XVIII—XXI. Washington, 1880/81; 8°.

Society, the American philosophical: Transactions. Vol. XV.— N. S. Part III. Philadelphia, 1881; 4°.

— — Proceedings. Vol. XIX.. Nr. 107. Philadelphia, 1880; 8°.

— the royal of Edinburgh: Transactions. Vol. XIX. Part 2. For the session 1879—80. Edinburgh, 1880; 4°.

— — Proceedings. Session 1879—80. Edinburgh. 1880; 8°.

— the zoological of London: Transactions. Vol. XI. — Part 5. London, 1881; 4°.

— — Proceedings for the year 1880. Part IV. London, 1881; 8°. — Proceedings for the year 1881. Part I. London, 1881; 8°. — A List of the Fellows. London, 1881; 8°.

State of Indiana: Second annual report of the Departement of Statistic and Geology 1880. Indianopolis, 1880; 8°.

Tiefenbacher, Ludwig: Der Wald und seine Beziehungen zu Rutschungen. Wien, 1881; 8°.

United States Commission of Fish and Fisheries: Report of the Commissioner for 1878. Part VI. Washington, 1880; 8°.

— — Coast and geodetic survey: Methods and Results. Discussion of Tides in Penobscot Bay. Appendix Nr. 11. — Report for 1878. Washington, 1881; 4°.

Université de Bruxelles: Annales. Faculté de Médecine. Tome II. 1881. Bruxelles, 1881; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher in Karlsruhe. Verhandlungen 8. Heft. Karlsruhe, 1881; 8°.

— für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte. XXXVII. Jahrgang. Stuttgart, 1881; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXXI. Jahrgang, Nr. 41 u. 42. Wien, 1881; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. II. Jahrg. Nr. 10—12. Wien, 1881; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

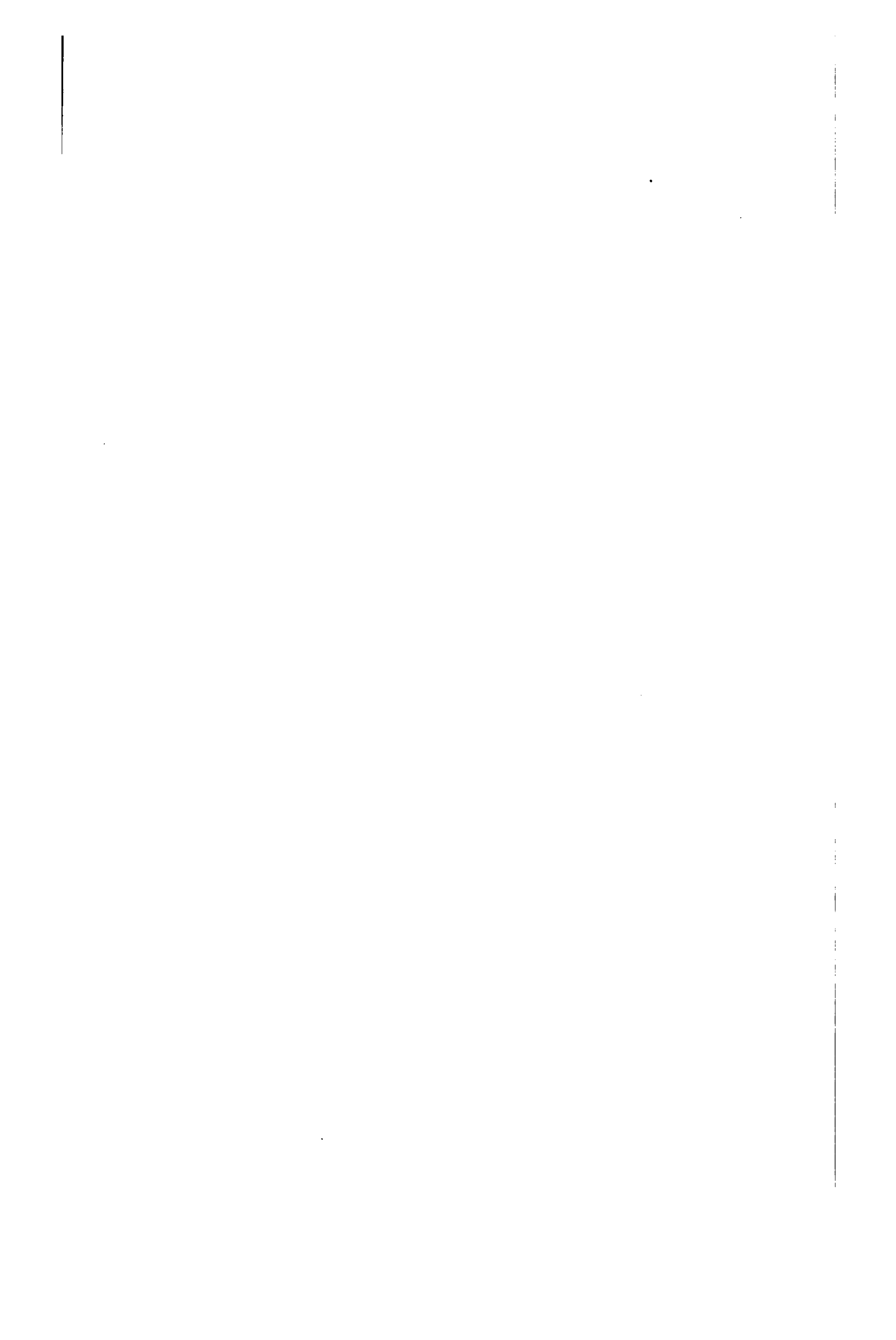
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. Band. IV. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XXIII. SITZUNG VOM 3. NOVEMBER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Die Herren Dr. E. Lecher und J. Pernter in Wien danken für die ihnen zur Vornahme physikalischer und meteorologischer Untersuchungen auf hohen Bergen von der Akademie gewährte Subvention.

Herr Bürgermeister Dr. Ritter v. Newald übermittelt ein Exemplar seines Berichtes über die Ergebnisse der Verwaltung der Reichshaupt- und Residenzstadt Wien in den Jahren 1877 bis 1879.

Der Vorstand des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins in Wien übermittelt einen von dem hydrotechnischen Comité dieses Vereins herausgegebenen zweiten Bericht, betreffend die von Herrn Hofrath G. Ritter v. Wex aufgestellten Sätze über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen in den Culturstaaten.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Theodor Schmid in Wien: „Über die Strictionslinie des Hyperboloides als Erzeugniss mehrdeutiger Gebilde."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb übersendet eine Abhandlung des Assistenten am botanischen Institut der Universität Graz, Herrn Dr. E. Heinricher: „Beiträge zur Pflanzenteratologie."

Herr Prof. Dr. Jul. Wilh. Brühl an der technischen Hochschule in Lemberg übersendet eine Abhandlung über seine in der Sitzung dieser Classe vom 13. October l. J. besprochenen Untersuchungen: „Über den Zusammenhang zwischen den optischen und thermischen Eigenschaften flüssiger organischer Körper."

Herr Prof. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet eine Abhandlung: „Über die Gefässe des Rückenmarkes“.

Herr Professor Dr. E. Tangl an der Universität in Czernowitz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Kern- und Zelltheilungen bei der Bildung des Pollens von *Hemerocallis fulva* L.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 45e année. 2e série. Tome X. Nos. 39—43. Paris, 1881; 8°.

— royale de Belgique: Mémoires. Tome XLIII. 1re partie. Bruxelles, 1880; 4°.

— — couronnés et autres Mémoires. Tomes XXIX et XXX. Bruxelles, 1880; 8°. Tome XXXII. Bruxelles, 1881; 8°.

— — Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers. Tome XXXIX. 2de partie. Bruxelles, 1879; 4°. Tome XLII. Bruxelles, 1879; 4°. Tome XLIII. Bruxelles, 1880; 4°.

— — Biographie nationale. Tome VI 2de partie. Bruxelles, 1878; 8°. Tome VIIe 1re partie. Bruxelles, 1880; 8°. Tables des Mémoires des Membres 1816—1857. Bruxelles, 1858; kl. 8°. 1858—1878. Bruxelles, 1879; kl. 8°.

Akademija umiejętności w Krakowie: Rocznik zarzadu. Rok 1880. W Krakowie, 1880; kl. 8°.

— — Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń wydzialu matematyczno-przirodniczego. Tom VIII. W Krakowie, 1880; 8°.

— — Sprawozdanie Komisyi fizyjograficznéj. Tom XV. W Krakowie, 1881; 8°.

— — Zbiór wiadomości do Antropologii krakowéj. Tom V. Kraków, 1881; 8°.

— — O Przyciąganiu jako objawie dopęlniczym Ruchu chemicznego przez Dr. Emila Czyrniańskiego. W Krakowie, 1880; 8°.

Apotheker-Verein, allgem.-österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang. Nr. 30—31. Wien, 1881; 8°.

Archivio per le scienze mediche. Vol. V. fascicolo 2do. Torino e Roma, 1881; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1879. VIII. Heft. Wien, 1881; 4°.

— Für das Jahr 1880. I. Heft. Wien, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 42 u. 43. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nos. 15 et 16. Paris, 1881; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. II. Jahrgang 1881. IX. u. X. Heft. September und October. Berlin, 1881; 4°.

Freiburg i. B. Universität: Akademische Schriften pro 1880—1881; 57 Stücke 4° u. 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 15, Berlin, 1881; 8°.

— naturforschende in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1880 Nr. 979—1003. Bern, 1881; 8°.

— Oberlausitzische, der Wissenschaften: Neues Lausitzisches Magazin. LVII. Band. 1 Heft. Görlitz, 1881; 8°.

— Senckenbergische naturforschende: Bericht 1879 — 1880 Frankfurt a/M., 1880; 8°.

— — Abhandlungen XII. Band. 1. u. 2. Heft. Frankfurt a/M., 1880; 4°.

— österreichische zur Förderung der chemischen Industrie. Berichte. III. Jahrgang Nr. 3. Prag, 1881; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1879. III. Heft. Giessen, 1881; 8°.

Kasan, Universität: Sitzungsberichte und Denkschriften. Nr. XLVII. 1880. Nr. 1—6. Kasan, 1879—80; 8°.

Museum Francisco-Carolinum. XXXIX. Bericht nebst der 33. Lieferung der Beiträge zur Landeskunde von Oesterreich ob der Ens. Linz, 1881; 8°.

Muséum d'Histoire naturelle: Nouvelles Archives, 2e série, tome IV. Paris, 1881; gr. 4°.

Nature, Vol. XXIV. Nos. 625 u. 626. London, 1881; 8°.

Nuovo Cimento: 3a serie. Tomo X. Luglio e Agosto 1881. Pisa; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. XXXI. Band. August-, September- und Octoberheft. Wien, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik, etc. von Dr. Ph. Carl. XVII. Band. 11. u. 12. Heft. München und Leipzig, 1881; 8°.

Rutot, A.: Compte rendu au point de vue paléontologique de l'Excursion de la Société malacologique de Belgique aux environs de Renaix, en 1879. Bruxelles, 1880; 8°. — Excursions aux environs de Bruxelles (5.—7. September 1880) Bruxelles, 1881; 8°. — Sur la position stratigraphique des Restes de Mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'Eocène de Belgique. Bruxelles, 1881; 8°. — Compte rendu d'une course dans Le Quaternaire de la vallée de la Somme aux environs d'Abbeville. Bruxelles, 1881; 8°. — Compte rendu de l'Excursion de la Société géologique de France dans le Boulonnais. Bruxelles 1881; 8°.

Society, the royal geographical: Proceedings and Monthly Report of Geographie. Vol. III. Nos. 9 u. 10. September und October. London, 1881; 8°.

Verein für Naturkunde zu Cassel: XXVIII. Bericht über das Vereinsjahr vom 18. April 1880 bis dahin 1881. Cassel, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 43 u. 44. Wien, 1881; 4°.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften: Originalabhandlungen und Berichte. III. Folge 1880. Band V. (der ganzen Reihe LIII. Band). Berlin, 1880; 8°.

Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes.

I. Theil.

Die Gefässe der Rückenmarkssubstanz.

Von Prof. Dr. **Albert Adamkiewicz.**

(Mit 6 Tafeln.)

(Institut für experimentelle Pathologie der k. k. Universität Krakau.)

Veranlassung, die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes genauer zu untersuchen, gab mir ein bemerkenswerther Befund in den kranken Hintersträngen eines tabischen Individuums, den ich vor einem Jahre im „Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten“ [1] beschrieben und erörtert habe.

Der betreffende Kranke war an einer intercurrenten Krankheit zu einer Zeit gestorben, wo der Entartungsprocess in den Hintersträngen seines Rückenmarkes noch nicht ganz zum Abschluss gelangt war. Es befand sich vielmehr damals dieser Process noch in einem Stadium seiner Entwickelung, welches geeignet schien, auf den Entwickelungsgang des tabischen Processes überhaupt einiges Licht zu werfen.

Die Hinterstränge zeigten nicht diffuse Degenerationen, wie sie gewöhnlich bei der — ausgebildeten — Tabes gefunden werden, sondern Bindegewebszüge von charakteristischer Form und bezeichnender Anordnung.

An jedem der Züge waren nämlich Partien stärkerer und solche von schwächerer bindegewebiger Entartung zu unterscheiden. Jene waren offenbar die älteren, diese die jüngeren.

---

[1] Bd. X, Hft. 3, 1880.

Und so war es möglich, den Ort des Ursprungs, wie die Richtung der Verbreitung an den einzelnen Zügen zu unterscheiden.

In Bezug auf die Anordnung derselben liess sich feststellen, dass sie, wie dies Fig. I ganz naturgetreu wiedergibt, mit folgenden Orten zusammenfielen:

1. mit dem hinteren freien Rand der Hinterstränge, Fig. I 1;

2. mit der mittleren Trennungslinie der Hinterstränge, also der bindegewebigen Fortsetzung der hinteren Fissur, Fig. I 2;

3. mit den Ausstrahlungen, welche die inneren Ränder der grauen Hinterhörner verlassen und, mit der Convexität gegen die Scheidewand der hinteren Fissur gerichtet, bogenförmig und nach dem Rande der Hinterstränge convergirend durch das Gebiet der letzteren verlaufen, den sogenannten Septis, Fig. I 3;

4. in den oberen Abschnitten des Rückenmarkes, besonders in der Halsanschwellung mit der Grenze zwischen den Goll'- und den Burdach'schen Strängen, Fig. I 4, und endlich

5. mit den Austrittsstellen der hinteren Wurzeln und mit dem Verlauf der hinteren Wurzelbündel, Fig. I 5.

Es drängte sich nun die Frage auf, was denn alle diese Orte unter sich Gemeinschaftliches besassen, dass sie der Bindegewebsdegeneration die gleichen Angriffspunkte boten, und worin die ihnen gemeinsame Eigenthümlichkeit bestand, welche sie befähigte, als solche Angriffspunkte zu dienen.

Aus der Betrachtung und dem Vergleich der betreffenden Stellen unter einander schien es sich mir zu ergeben, dass die Orte der ältesten Degenerationen den Eintrittsstellen der grössten arteriellen Gefässe in das Gebiet der Hinterstränge und die Richtung ihrer Verbreitung der Richtung des arteriellen Blutstroms entsprächen. Daraus aber musste ich wiederum folgern, dass die Tabes keine primäre Erkrankung der nervösen Hinterstrangbahnen, also keine sogenannte Systemerkrankung sei, wofür sie allgemein gilt, sondern eine vom Bindegewebe ausgehende Degeneration, eine interstitielle Erkrankung, wie sie in der Cirrhose der Leber ihr Analogon findet. Und dieser Schluss war die einfache Consequenz des Axiom, dass in allen parenchymatösen Organen das Bindegewebe das Lager der Blutgefässe bildet, ihrem Laufe folgt und sich mit ihnen in den Interstitien der Organe verzweigt und verbreitet.

Meine Deutung des oben angeführten Befundes und die daraus deducirte Anschauung über die Tabesentartung im Allgemeinen fand von Seiten Westphal's[1] einen kategorischen Widerspruch.

Da nun in der That der stricteste Beweis für den Zusammenhang der mehrfach erwähnten Degenerationszüge mit dem Verlauf der Gefässe in den Hintersträngen von mir nicht erbracht worden war, so sollte vorliegende Arbeit diese Lücke ausfüllen.

Im Verfolg dieser Aufgabe haben indessen die derselben gewidmeten Untersuchungen ihr eigentliches Ziel überschritten. Indem ich die Gefässvertheilung in den Hintersträngen verfolgte, erkannte ich es bald, dass sich dieselbe von dem Gefässverlauf in den übrigen Abschnitten des Rückenmarkes nicht getrennt betrachten liess.

Und so hat vorliegende Arbeit sich ihre Aufgabe selbst modificiren und die Gesammtvascularisation des Rückenmarks in ihr Bereich ziehen müssen.

Ich theile diese Aufgabe in zwei Hälften, in die Beschreibung der Gefässe der Rückenmarkssubstanz und in die der Rückenmarksoberfläche. Hier beschränke ich mich zunächst auf die erste, während ich die zweite in Kürze werde folgen lassen können.

Die innere, wie die äussere Vascularisation des Rückenmarkes ist an Präparaten und Zeichnungen von mir bereits auf dem internationalen medicinischen Congress zu London demonstrirt worden.

Literatur.

Die Literatur ist an Angaben über den Verlauf der Blutgefässe im Rückenmark sehr arm. Was hierüber bekannt ist, lässt sich in folgendem, dem ausgezeichneten Lehrbuch der Anatomie von Krause[2] entnommenen Citat zusammenfassen: „Die *Pia mater* des Rückenmarkes überzieht nicht nur dessen Oberfläche, füllt die *Fissurae longitudinales anterior* und *posterior* aus, sondern sendet auch von der Peripherie des ersteren radiäre

[1] Arch. f. Psych. u. Nervenkrankheiten. Bd. X, Hft. 3.

[2] Bd. I, 1876, pag. 399 Hannover.

Fortsätze mit arteriellen und venösen Gefässen gegen die graue Substanz. In der vorderen Längsfurche verläuft längs deren Eingang die von Venen begleitete und mit faserigem Bindegewebe umhüllte *A. spinalis anterior*; sie schickt horizontale Ausläufer in die Furche, und die Äste derselben dringen, von Venen begleitet, in die vordere Wand der *Commissura anterior*, hier eine doppelte (linke und rechte) senkrechte Reihe von Gefässlöchern bildend. Ihre Zweige verlaufen theils rückwärts, theils nach oben und unten. Andere Äste senken sich in ebenfalls radiärer Richtung in den Vorderstrang, respective die Vordersäule, dem Centrum der letzteren zustrebend. In die *Fissura longitudinalis posterior* dringen feinere Gefässe ein und erzeugen in der hinteren Commissur eine einfache Reihe von Löchern.

„Die arteriellen und venösen Gefässe des Rückenmarkes werden nun sämmtlich in derselben Weise von faserigen Bindegewebsseptis getragen, welche den geschilderten radiären Verlauf nehmen. . . . . Die Gefässe lösen sich in Capillarnetze auf, die viel weitmaschiger in der weissen Substanz sind, dagegen weit engere polygonale Maschen bildend die graue Substanz durchziehen. Die Maschen in den weissen Strängen sind länglich polygonal, mit der Längsrichtung den Faserbündeln folgend: weitmaschiger in den Vordersträngen, mittelweit in den Seitensträngen, engmaschiger in den Hintersträngen und namentlich in den *Funiculi graciles*. . . . . In der grauen Substanz folgen die stärkeren arteriellen und venösen Capillaren besonders den Nervenfaserzügen, respective Wurzelbündeln und umziehen, wie diese, die Gangliengruppen.

„Von den Venen sind zwei symmetrisch angeordnete Centralvenen des Rückenmarkes zu erwähnen. Sie verlaufen neben der *Substantia gelatinosa centralis* etwas lateralwärts und nach hinten vom *Canalis centralis* parallel der Längsachse der Medulla; meist ist eine dieser Venen etwas weiter, als die andere; selten fehlt die eine streckenweise. Das Lumen erscheint auf dem mikroskopischen Querschnitt des Rückenmarkes gewöhnlich leer. Am oberen, wie am unteren Ende des Rückenmarkes, respective in der Gegend des *Conus medullaris* lösen sich die beiden Centralvenen durch wiederholte Theilungen in 8—10 feine Äste auf, die den Centralcanal sowol an seiner vorderen Seite, als an seinen

lateralen Flanken in einigem Abstande begleiten und schliesslich in Capillargefässe übergehen."

Rudanowsky,[1] der neueste Autor auf dem uns hier interessirenden Gebiete, sagt in seinem Buch, das den Titel trägt: „De la structure des racines des nerfs spinaux et du tissu nerveux dans les organes centraux de l'homme et de quelques animaux supérieurs", pag. 182, Folgendes: „Les artères, en pénétrant de la surface externe, ainsi que des fissures internes et des cavités dans les organes centraux avec la pie-mère, se trouvent en quantité beaucoup plus considérable dans la substance grise que dans la substance blanche. Les vaisseaux sanguins les plus fins et les capillaires forment par leurs anastomoses des mailles très-petites, qui entourent les éléments de la substance grise. Ces mailles sont si petites dans plusieurs endroits, que chacune entoure souvent une cellule nerveuse. Dans la substance grise, les vaisseaux les plus fins concourent à la formation des mailles et coincident tout-à-fait avec les cellules anastomosées. Il est remarquable, que les groupes isolés des cellules ont dans plusieurs régions des vaisseaux propres, spéciaux, qui ne se ramifient que dans ces groupes, comme on le voit p. ex. dans les cellules des olives, etc." An einer anderen Stelle[2] sagt derselbe Autor in Bezug auf die Blutgefässe des Rückenmarkes nur noch Folgendes: „Les vaisseaux sanguins se distribuent parmi les faisceaux sous forme d'un filet tenu, pénétrant très-rarement dans les faisceaux primitifs."

Endlich will ich noch der verdienstvollen Untersuchungen Duret's[3] über den Gefässverlauf im Centralnervensystem gedenken und mit dessen eigenen Worten citiren, was er über die Vascularisation des Rückenmarkes sagt: „Il y a une harmonie complète dans toute la vascularisation de l'axe cérébro-rachidien. Dans notre mémoire sur le bulbe nous avons divisé les artères nourricières en artères médianes ou artères des noyaux bulbaires et en artères radiculaires. Les premières occupent le sillon mé-

---

[1] Paris, Delahaye et Co. 1876.

Ich bin in den Besitz der Präparate dieses Forschers durch die Güte des Herrn Collegen Prof. Dr. Hoyer in Warschau gelangt, dem ich hierfür meinen besten Dank sage.

[2] L. c. pag. 197.

[3] Arch. de Physiolog. normale et pathologique. T. 60, 1874, pag. 90.

dian, les autres pénètrent dans le bulbe en suivant les racines: elles arrivent aussi jusqu'aux noyaux. Il en est de même pour les artères nourricières de la moelle: les unes sont médianes, les autres radiculaires. . . . . Il y a dans la moelle des artères médianes antérieures et postérieures et des artères radiculaires antérieures et postérieures."

Fasse ich die Summe des zur Zeit über den Gefässverlauf im Rückenmark Bekannten nach den eben angefürten Citaten kurz zusammen, so folgt aus diesen, dass die Gefässe des Rückenmarkes zugleich mit Fortsätzen der Pia radienförmig in dasselbe eindringen, ihre Wege meist zwischen den Bündeln, nicht den Fibrillen des Rückenmarkes nehmen, in der weissen Substanz ein weitmaschiges, in der grauen ein engmaschiges Netz bilden, mit ihren Maschen häufig die einzelnen Ganglien umgeben, an isolirte Gangliengruppen besondere Äste entsenden und endlich auch die Rückenmarkswurzeln begleiten. Ausserdem soll es noch zwei sogenannte Centralvenen geben, die durch die ganze Länge des Rückenmarkes fliessen und ihren Weg durch die graue Commissur an den Grenzen der centralen gelatinösen Substanz und symmetrisch zu beiden Seiten des Centralcanales nehmen.

Ähnliches beschreibt auch Toldt in seinem Lehrbuch der Histologie auf Grund von Präparaten, in welche mir Herr Hofrath Professor Dr. Langer in Wien freundlichst einen Einblick gewährt hat.

Darstellung und Behandlung der Präparate.

Man kann in Leichen erwachsener Menschen das Rückenmark von den grossen Gefässstämmen des Körpers aus nicht injiciren. Nur bei Leichen kleiner, am besten neugeborener Kinder dringt die Injectionsmasse von der Aorta bis in das Rückenmark ein.

Zur Darstellung der Gefässe im Rückenmark des erw[illegible]senen Menschen verfuhr ich desshalb so, dass ich am [illegible] mit der Dura herausgenommenen Rückenmark nach Un[illegible] sämmtlicher durchschnittenen Wurzeln und F[illegible] *mater* die auf der Rückenmarksoberfläche

arteriellen und venösen Stämme mittelst fein canülirter Spritzen injicirte.[1]

Für die Venen benutzte ich zu diesem Zweck mit Thier'schem Blau gefärbten Leim, während ich zur Darstellung der Arterien die bekannte Gerlach'sche Carminmasse verwandte.

Die injicirten Präparate wurden direct oder nach vorausgehender Behandlung mit Pikrinschwefelsäure zuerst in verdünnten, dann reinen Alkohol gebracht und nach der Härtung mit dem Mikrotom geschnitten. Die Schnitte selbst wurden in der bekannten Weise mit Nelkenöl aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

I. Allgemeines Verhalten der Rückenmarksgefässe.

Schnitte von injicirten Rückenmarken bieten, gleichgiltig welcher Höhe sie entnommen sind, dem unbewaffneten Auge immer dasselbe frappante Bild dar. Man sieht die graue Substanz tingirt von den Farben der Injectionsmassen, während die weisse Substanz scheinbar ihr natürliches Aussehen bewahrt hat.

Unter dem Mikroskop löst sich das Räthsel dieses differenten Verhaltens beider Substanzen. Die graue zeigt sich hier durchsetzt von dichten und engmaschigen an die Capillaren der Froschlunge erinnernden Netzen, die weisse Substanz dagegen nur durchzogen von relativ wenig verzweigten Stämmchen.

1. Die Stämmchen der weissen Substanz.

Sie verlaufen, wie Querschnitte lehren, radiär. Vergl. Fig. II—VI. Auf Längsschnitten sieht man sie daher in ihrem ganzen Verlauf nur dann, wenn dieselben bei frontaler Schnittrichtung sich dem queren — Fig. XIV — und bei sagittaler dem Tiefendurchmesser des Rückenmark [illegible] XII — nähern.

---

[1] Diese Methode ist [illegible] hmann zur Injection von Lymphgefässen [illegible] ckenmarken freundlichst von ihm selbst [illegible] Arbeit beschriebenen und in London [illegible] ir unter Beihilfe meines Assistenten [illegible] nem Institut angefertigt worden.

Fallen die Längsschnitte ganz peripherisch und nur in das Gebiet der weissen Substanz, also zwischen die Linien *1* und *2* der Fig. VIII, so erscheinen, wie der Frontalschnitt Fig. XIV und der Sagittalschnitt Fig. IX zeigen, die Stämmchen entweder in Bruchstücken oder gar nur in Querschnitten auf den einzelnen Präparaten. Und in letzterem Fall, Fig. IX *Gq* (Gefässquerschnitt), sieht man sie ihren Weg durch die zwischen den Längsbündeln der Rückenmarksfasern gelegenen Lücken (*L*) nehmen und sich dabei in verticalen Linien zwischen den Bündeln gruppiren.

Auch auf Querschnitten kann man diese Stämmchen nicht immer in ihrer ganzen Länge verfolgen. Sie präsentiren sich auch hier häufig nur in Bruchstücken, die bald an der Peripherie, bald an der grauen Substanz und bald zwischen diesen beiden Orten zu sehen sind. Vergl. die Figuren II, IV und V. In continuirlichen Schnittreihen gelingt es indessen bei einiger Aufmerksamkeit die zu einander gehörenden Bruchstücke eines Gefässstämmchens zusammen zu finden und es so zu reconstruiren.

Es erhellt hieraus, dass die Gefässradien der weissen Substanz auf ihrem Wege verschiedene Richtungen einschlagen und bald in Ebenen des Horizontes liegen, bald mit denselben nach unten oder nach oben Winkel bilden und bald in dieser Beziehung ihre Richtung gar zweimal ändern.

2. Die Capillaren der grauen Substanz.

Die graue Substanz ist von einem Capillarnetz dicht erfüllt. Dieses Capillarnetz stellt desshalb gleichsam einen Abguss der grauen Substanz dar und gibt auf Quer- wie auf Längsschnitten genau die Formen derselben wieder.

Auf frontalen Längsschnitten findet man dem zu Folge die Capillarnetze der grauen Substanz entsprechend der Formation derselben immer in Gestalt zweier in beiden Rückenmarkshälften symmetrisch gelagerten Zonen.

Figg. XIV und XV stellen solche durch die Substanz der Vordersäulen (*V*) gelegte Längsschnitte dar. In Fig. XIV ist bei *F* der ganze Canal der vorderen Fissur sichtbar. Der Schnitt Fig. XV ist näher zur Commissur gelegen und enthält in seiner oberen Partie bei *Co* bereits ein Stück der vorderen weissen Commissur. In beiden Figuren stellt *W* die weisse Substanz mit ihren Gefässchen dar.

Sagittale durch die graue Substanz gelegte Längsschnitte fallen in der nächsten Nähe der weissen Substanz durch die Prominenzen beider grauen Hörner und zeigen, so lange sie dieselben treffen — siehe die Strecke zwischen den Linien *2* und *3* in Fig. VIII — die Capillaren der grauen Substanz in Form zweier, dem breiten Vorder- (*V* in Fig. X) und dem schmäleren Hinterhorn (*H* in Fig. X) entsprechenden Bänder. Zwischen beiden erscheint das breite Netzwerk der *Processus reticulares* (*Pr* Fig. X) die, wie sich an Injectionspräparaten zeigt, die Träger eines ihrer Formation entsprechenden Gefässnetzes sind. Weiter nach innen beim Annähern an die Fissuren — zwischen den Linien *3* und *4* der Fig. VIII — sammeln sich diese beiden Bänder wieder zu Einem (Fig. XI), das anfangs dem vorderen Rückenmarksrande (*v*) näher liegt, als dem hinteren (*h*), dann sich verschmälernd (Fig. XII) der Mitte sich nähert und im Bereich der Commissuren (Fig. XIII) endlich ganz verschwindet.

Von mehr physiologischem Interesse ist es, dass die Capillaren der grauen Substanz relativ weit sind (s. weiter unten) und daher dem in ihnen circulirenden Strom sehr geringe Widerstände darbieten. Daher kommt es auch, dass der in die Arterien injicirte Farbstoff leicht in die Venen und umgekehrt übertritt und dass man bei der Betrachtung des capillären Netzes in der grauen Substanz directen Übergängen arterieller Capillaren in venöse sehr häufig begegnet. Nur durch Übung und Geduld wird man allmälig in den Stand gesetzt, sich vor den hierdurch leicht bedingten Irrthümern zu schützen. Und man wird auch nie das Richtige erkennen, wenn man nicht unentmuthigt durch misslungene Injectionen sein Glück an einigen Dutzenden von Rückenmarken immer wieder von Neuem versucht hat.

II. Specielles Verhalten der Rückenmarksgefässe.

1. Die Capillaren der grauen Substanz.

Das Capillarnetz der grauen Substanz ist am dichtesten und mit den stärksten Gefässchen dort versehen, wo Ganglien liegen. Ein sehr dichtes und reiches Capillarnetz besitzen daher die grauen Vordersäulen besonders in ihren vorderen Partien. Nach

der Mitte der Vordersäulen hin, also in der Gegend der Commissur, wird die Dichte des Netzes wesentlich geringer. Vergl. Fig. IV.

Die Commissur ist namentlich in ihren mittleren Partien der an Gefässen ärmste Theil der grauen Substanz. Ganz frei von Gefässen ist indessen auch die *Substantia gelatinosa centralis* nicht. Auf Querschnitten sieht man durch sie quer und zu den Rändern der Commissur parallel verlaufende Stämmchen oder einen Gefässring gehen, der den Centralcanal umgibt. — Vergl. Fig. IV. — Auf Längsschnitten (Fig. XIII) erscheint die *Subst. gelat. central. (G)* als ein von den Commissuren *(Ca = commissura (grisea et alba) anterior, Cp = commissura grisea posterior)* respective dem Centralcanal *(C)* begrenzter Streifen, der von spärlichen längs- und querverlaufenden Gefässchen durchzogen ist. Diese Gefässchen communiciren mit Gefässchen bald der einen, bald der anderen Commissur und mit solchen der weissen Substanz der Vorder- *(Wv)*, wie der Hinterstränge *(Wh)*.

Von Gefässen ganz frei ist stets der Centralcanal. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass er, wie das auch Rudanowsky[1] annimmt, ein Lymphraum ist. Vergl. *C* in sämmtlichen Abbildungen.

Die eben angeführten Beziehungen der Dichte des Capillarnetzes zur Lage der Ganglien in der grauen Substanz bewähren sich am schönsten an den Clarke'schen Säulen. Hier (Fig. IV *Cl*) springt das den Ganglien zugehörige Capillarnetz auf Querschnitten als ein dichter, engmaschiger, discreter Gefässknäuel mit seinen eigenen Zuflüssen sofort in die Augen.

Über den näheren Zusammenhang des Capillarnetzes mit den Ganglien selbst habe ich vorläufig etwas Sicheres nicht feststellen können. Hier und dort konnte ich wohl einmal bemerken, dass eine Ganglie gerade von einer Capillarmasche eingeschlossen wird. Doch ist dieses von Rudanowsky besonders hervorgehobene Verhalten nichts weniger, als gesetzmässig, oder auch nur häufig zu nennen. Die Capillarmaschen übertreffen gewöhnlich die Ganglien weit an Grösse, so dass sich letztere (Fig. VII *Gl*) in den Capillarmaschen geradezu verlieren.

---

[1] A. a. o.

In einzelnen Fällen ist es mir gelungen, zu sehen, dass von den Capillaren Netze zweiter Ordnung ausgingen, welche die Capillarmaschen ausfüllten.

Vergl. Fig. VII (Zeiss, Oc. 2, Obj. C, Vergrösserung = 1 : 145), in der *K* die Capillaren und *I* die intercapillären Netze mit den von ihnen eingeschlossenen Kernen, Nervenquerschnitten und Ganglien bedeuten.

Die intercapillären Netze haben annähernd das Aussehen von Saftcanälchen und bestehen aus sternförmigen bald drei-, bald mehrzackigen mit dem Farbstoff der Capillaren ausgefüllten Lücken, welche mit einander communiciren und zwischen sich die einzelnen Rückenmarkselemente einschliessen.

Eine von den Capillaren des ganzen übrigen Restes der grauen Substanz abweichende Gestalt besitzen die Capillarnetze in der grauen Substanz der Hinterhörner.

Statt der engen quadratischen Maschen sieht man hier (vergl. Fig. II und V) langgestreckte schmale Netze, die von der Spitze der Hinterhörner aus in der Richtung nach vorn hin divergiren. Ihr Ausgangspunkt ist gewöhnlich ein arterielles Stämmchen (Fig. II *rp* = *art. radic. post.*), welches die hinteren Wurzelbündel begleitet.

Auf sagittalen Längsschnitten (Fig. X) sieht man dasselbe Verhalten. (Vergl. *rp* in Fig. X.)

Daraus folgt, dass in die Hinterhörner Stämmchen eintreten, welche innerhalb derselben in kegelförmige Capillarbüschel zerfallen.

Solche Büschel folgen in ziemlich dichter Reihe auf einander, so dass in der Ausdehnung von 1 Ctm. 5—7 solcher Büschel zu zählen sind. Ihre Achsen sind zu einander bald parallel gestellt, bald unter spitzem Winkel, so dass sie unter einander sich kreuzen. Man erkennt dies daraus, dass die kegelförmigen Gefässbüschel der Hinterhörner auf sagittalen Längsschnitten (vergl. Fig. X) bald der Länge nach halbirt, bald irgendwie schräg durchschnitten erscheinen.

Jenseits des Kopfes, also etwa am sogenannten Halstheil der Hinterhörner, verbindet sich das konische Capillarnetz derselben mit dem engmaschigen Capillarnetz der übrigen grauen Substanz und geht so ohne Weiteres in dasselbe über. (Vergl. Fig. II und V.)

Doch gilt das eben geschilderte Verhalten des Capillarnetzes in den Hinterhörnern nicht für das gesammte Rückenmark. Man findet es nur in denjenigen Abschnitten desselben, in welchen die Masse der grauen Hinterhörner im Verhältniss zur Masse der grauen Vorderhörner zurücktritt. Und das ist der Fall im Hals-, im Brust- und im oberen Lendenmark. Im unteren Lendenmark wird die Masse der Hinterhörner bedeutender und im Sacralmark gar der der Vorderhörner gleich. In dem Verhältniss, als das geschieht, wird auch die Beschaffenheit der Hinterhorncapillaren eine andere. Ihre Verzweigung verliert den konischen Charakter und geht mehr in die Breite. Ihre Ästchen werden stärker, ihre Netze dichter und ähnlich denen der Vorderhörner. Und statt Einer Zuflussarterie beginnt eine grössere Zahl von Stämmchen sie zu versorgen und sich in das nun vergrösserte Gebiet der Hinterhörner zu theilen.

Vergl. Fig. V und besonders Fig. VI, von denen erstere das injicirte Lendenmark eines Erwachsenen, letztere das injicirte Sacralmark eines neugeborenen Kindes darstellt, mit dem Querschnitt einer höher gelegenen Stelle, beispielsweise mit Fig. II aus dem Halsmark.

2. Die Gefässe der Rückenmarksperipherie.

A) Das centrifugale Gefässsystem der *Arteria sulci.*

a) Der Stamm der *Art sulci.*

Unter allen Gefässen der Rückenmarksperipherie, d. h. denjenigen, welche von der Peripherie des Rückenmarkes radienförmig in das Innere desselben dringen, sind die grössten und bedeutendsten diejenigen Gefässstämme, welche in horizontalen Ebenen durch die ganze Tiefe der vorderen Fissur verlaufen. Sie sind auf Rückenmarksquerschnitten ihrer ganzen Länge nach in den Spalten der vorderen Fissur sichtbar und können, weil sie in einer Lücke verlaufen und nicht wie alle anderen Gefässe der Rückenmarksperipherie in der Rückenmarkssubstanz selbst eingebettet sind, passend als *Arteriae sulci* bezeichnet werden.

Die *Artt. sulci* (*s* in den Figuren II—VI) verlaufen insgesammt unter, nicht neben einander. Ein Rückenmarksquerschnitt kann desshalb nie mehr, als Eines dieser Stämmchen zur Ansicht bringen.

Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0·135 Mm. und 0·270 Mm. Unter den Capillaren der grauen Substanz haben die breitesten einen Durchmesser von höchstens 0·015 Mm. bis 0·018 Mm. Die *Artt. sulci* sind also 10—20 mal so stark, als die dicksten Capillaren der grauen Substanz. Alle übrigen Gefässchen der Peripherie stehen in Bezug auf die Grösse ihres Durchmessers den Capillaren der grauen Substanz näher, als den Gefässen des Sulcus.

Der Verlauf der *Artt. sulci* präsentirt sich am besten auf sagittalen derart durch die Mitte des Rückenmarkes geführten Längsschnitten, dass sie gerade die vordere Fissur eröffnen. (Fig. XIII.) Auf solchen Schnitten stellen sie sich als ziemlich parallel zu einander verlaufende Gefässchen *(s)* dar, welche ihren Stamm die sogenannte *Arteria spinalis anterior* (*S* in sämmtlichen Figuren), nahezu unter rechtem Winkel verlassen, sich also auch unter rechtem Winkel mit der Längsachse des Rückenmarkes kreuzen und unter leichten Schlängelungen in die Tiefe der vorderen Fissur gehen, um in der vorderen Commissur *(Ca)* scharf zu endigen.

Die *Artt. sulci* sind überall von Venen begleitet, welche auf medianen Längsschnitten (Fig. XIII) betrachtet zu jenen in keinem bestimmten Verhältniss zu stehen scheinen, auf Querschnitten (Figg. II, III und V) aber um so gesetzmässiger neben den Arterien sichtbar werden, je mehr sich Arterie und Vene der Commissur nähern.

Zu dem gleichen Resultat gelangt man durch Betrachtung einer continuirlichen Reihe von frontalen Längsschnitten, welche das Rückenmark in der ganzen Ausdehnung der vorderen Fissur zerlegen und diese eröffnen. Achtet man hier auf das gegenseitige Lagerungsverhältniss von *Arteria* und *Vena sulci*, so sieht man, dass in der Nähe der Commissur (Fig. XV) die *Artt. sulci (s)* dicht neben ihren Venen liegen, im Verlauf durch die Fissur (Fig. XIV) dagegen zuweilen von ihnen nicht unbedeutend getrennt sind.

Die Sulcusgefässe durchsetzen die vordere Fissur in ihrer ganzen Länge.

Am oberen Ende des Rückenmarkes beginnen sie dicht unter der Pyramidenkreuznng. Nach unten sind sie bis in das Sacralmark zu verfolgen. In ihrer Gesammtheit stellen sie sich somit wie die Sprossen einer der Länge nach mit der Kante

in die vordere Fissur eingeschobenen und nach unten zu sich verjüngenden Leiter dar. Die Sprossenlänge dieser Gefässleiter ist natürlich von der jeweiligen Formation des Rückenmarkes abhängig und also im Gebiet der beiden Anschwellungen am grössten.

Einen ungefähren Anhaltspunkt zur Bestimmung der absoluten Grössen gibt Fig. XIII. Sie stellt die ganz naturgetreue, fünffach vergrösserte Abbildung eines 1 Ctm. langen, die Fissur eröffnenden Längsschnittes aus der Höhe des fünften Halsnerven eines Rückenmarkes dar, das einem Mann von gewöhnlichem Wuchs und einigen dreissig Jahren angehört. Aus den Grössenverhältnissen dieser Abbildung geht hervor, dass die natürliche Länge der *Vasa sulci* in der Höhe des fünften Halsnerven zwischen 3 und 5 Mm. schwankt.

Aus demselben Schnitt kann man auch gewisse Folgerungen in Bezug auf die absolute Zahl der *Artt. sulci* machen. Er enthält im Ganzen sieben dieser Gefässchen. Da das Rückenmark eines ausgewachsenen Menschen vom Calamus bis zum Anfang des Medullarkegels 36—38 Ctm. lang ist, so wird man nicht sehr fehl gehen, wenn man die Gesammtzahl der in die vordere Fissur eintretenden Sulcusarterien des Rückenmarkes beim erwachsenen Menschen auf im Mittel 260 veranschlagt.

b) Die Zweige der *Artt. sulci* und deren Verästelungen.

Die Arteriae culco-commissurales.

Sobald der Stamm der *Artt. sulci* die vordere, also weisse Commissur erreicht hat, theilt er sich in zwei Äste. Diese entfernen sich von der Achse des Stammes nach beiden Seiten unter gleichem annähernd rechtem Winkel in horizontalen, also den Rückenmarksquerschnitten entsprechenden Ebenen und verlaufen, jeder auf seiner Seite, nach hinten und aussen durch die Commissur bis zu den grauen Säulen.

Wegen ihres Verlaufes vom Sulcus durch die Commissur will ich diese Zweige der *Artt. sulci* die ***Arteriae sulco-commissurales (sc)*** nennen.

Vergl. mit der eben gegebenen Beschreibung *sc* in den Figuren II—VI.

Die Ebene des Verlaufes der *Artt. sulco-commissurales* entspricht manchmal der Ebene, in welcher ihr gemeinsames Stämmchen liegt, aber sie entspricht ihr nicht immer. Im ersten Fall sieht man die *Art. sulci* mit allen ihren Verzweigungen in ein- und demselben, allerdings dick geschnittenen Querschnitt liegen, wie das beispielsweise in den Figuren II, V und VI statt hat; im anderen Fall präsentirt sich auf dem Querschnitt entweder nur der Stamm der *Art. sulci* (*s* Fig. IV), oder die *Artt. sulco-commissurales* ohne denselben.

Dort, wo die letzterwähnten Gefässchen ihren Stamm und also auch den Sulcus verlassen, um durch die beiden Hälften der Commissur zu den grauen Säulen zu ziehen, da erweitert sich der Sulcus zu einem Canal, der die *Sulco-commissural*-Gefässe nicht selten bis zur grauen Substanz hin begleitet. Ist dieser Canal durch den Schnitt gerade der Länge nach eröffnet worden, so erscheint er auf dem Querschnitt als eine in die Commissur sich einbohrende Fortsetzung des Sulcus (***Processus sulci***, ***Ps*** in der Fig. III). Ist er dagegen quer durchschnitten, so sieht man ihn auf dem Querschnitt als eine in der Commissur seitlich vom Centralcanal gelegene Öffnung, durch welche die von ihrer Vene regelmässig begleitete *Art. sulco-commissural.* hervortritt.

Vergl. Lauf und Verästelungen der rechten *Art. sulc-commiss.* in Fig. III.

Das gegenseitige Lagerungsverhältniss dieser Gefässcanäle zu einander und zur vorderen Fissur kommt an frontalen Längsschnitten deutlich zur Ansicht, welche durch die tiefsten Partien der vorderen Fissur oder gerade schon durch den Anfang der vorderen Commissur gehen. — Fig. XV. — Im ersten Fall sieht man die Ränder der Fissur von den Anfängen der ***Processus sulci*** in fast regelmässigen Abständen eingekerbt werden, so dass sie wie gezackt erscheinen (untere Hälfte von Fig. XV). Im zweiten Fall präsentiren sich auf der vorderen Commissur zwei in der Breite der vorderen Fissur von einander abstehende Reihen von Löchern, die jenen Einkerbungen correspondiren (obere Hälfte von Fig. XV). Durch diese, wie durch jene sieht man die von einander divergirenden und sich in die Tiefe der beiden Rückenmarkshälften verlierenden *Vasa sulco-commissuralia* sich schlingen.

Die Arteriolae columnarum Clarki.

Im Gebiet des Hals- und des grössten Theils des Brustmarkes verlaufen die *Artt. sulc.-commissur.* durch die Commissur und bis fast an die grauen Säulen unverzweigt. Im unteren Brust- und im oberen Lendenmark und zwar speciell in der Ausdehnung der Clarke'schen Säulen entsenden sie dagegen je Ein Ästchen, welches der den Hinterhörnern zugekehrten Seite der *Artt. sulc.-commissur.* entspringt, und auf dem kürzesten Wege nach hinten zu den Ganglien der Clarke'schen Säulen fliesst. Diese *Arteriolae columnarum Clarki* (*a Cl* in Fig. IV) gehen entweder mitten in den Ganglienhaufen hinein und verzweigen sich in ihm von innen nach aussen, so, dass sie ihn ganz mit einem Netz reichster Gefässanastomosen durch- und umspinnen, oder sie theilen sich gleich an der Peripherie des Ganglienhaufens in Ästchen, welche letzteren kreisförmig umspinnen und ihn nun centralwärts durch ein dichtes, die Ganglien umspinnendes Capillarnetz durchziehen. In jedem Fall entsteht so auf Querschnitten das schon einmal geschilderte Bild eines jederseits die Clarke'schen Säulen umspinnenden und sie von der Nachbarschaft durch seine gesonderte und reiche Vascularisation trennenden Gefässknäuels. (*Cl* in Fig. IV.)

Stellt man sich jede der geschilderten *Arteriolae columnn. Cl.* als den Inbegriff einer Vascularisationseinheit der Clarke'schen Säulen vor, so kann man schliessen, dass jede der beiden Säulen so viel Vascularisationsterritorien besitzt, als die Zahl der *Artt. sulci* beträgt, welche in das Rückenmark in der Ausdehnung der Clarke'schen Säulen eintreten. Die Clarke'schen Säulen besitzen im entwickelten Rückenmark eines Erwachsenen eine Höhe von etwa 4—7 Ctm. Dem früher Gesagten zu Folge muss ein Rückenmarksabschnitt von dieser Höhe ungefähr 28—35 *Artt. sulci* besitzen. Folglich wird jede Clarke'sche Säule aus ebenso vielen Vascularisationsterritorien bestehen müssen. Dass diese Territorien unter einander natürlich in innigster Communication stehen und so zusammen gewissermassen eine grosse Einheit bilden, muss nach dem, was früher von den Capillaren der grauen Substanz gesagt worden ist, ganz selbstverständlich erscheinen. Nur muss ich hier noch besonders bemerken, dass die Versorgung der

Clarke'schen Säulen mit Blut nicht ausschliesslich zur Domäne der *Artt. sulci* gehört. Sie wird, wenn auch nicht regelmässig, so doch zuweilen auch durch Zuflüsse aus einem Gefässgebiet unterstützt, von dem weiter unten noch besonders die Rede sein wird.

Wie die *Artt. sulc.-commissur.*, so verlaufen auch die *Artt. columnar. Cl.* in präformirten Canälchen (*c Cl* in Fig. IV) der Commissur. Auf Querschnitten, welche der Gegend der Clarke'schen Säulen von nicht injicirten Rückenmarken entnommen sind, sieht man desshalb in der Commissur nach hinten und aussen vom Centralcanal zwischen letzterem und den Clarke'schen Säulen fast regelmässig zwei symmetrisch angeordnete Gefässlöcher liegen. (Vergl. Fig. IV.)

Die centralen Längsanastomosen.

Weit stärker, als die vorigen und von ihnen auch dadurch unterschieden, dass sie nicht in begrenzten Abschnitten des Rückenmarkes, sondern in dessen ganzer Ausdehnung vorkommen, sind Zweige, welche die *Artt. sulc.-commissur.* kurz nach deren Eintritt aus der Commissur in die grauen Säulen verlassen, und, wie wir bald sehen werden, in der Längsrichtung des Rückenmarkes verlaufen.

Jede der beiden *Artt. sulc.-commissur.* hat zwei solcher Zweige. Beide entspringen ziemlich an derselben Stelle ihres Stämmchens. Sie fliessen unter rechtem Winkel aus demselben heraus und schlagen das eine die Richtung nach oben, das andere die Richtung nach unten ein. Beide fliessen parallel der Rückenmarksachse und bilden so in ihrem Verlaufe eine gerade Linie, welche sich mit der Richtung der *Artt. sulc.-commissur.* unter rechtem Winkel kreuzt.

Sämmtliche *Artt. sulc.-commissur.* entsenden solche längsverlaufende Zweige nahezu an derselben Stelle und in derselben Entfernung von der Rückenmarksachse. — Dadurch geschieht es, dass im Gebiet zweier benachbarter, d. h. über einander fliessender *Artt. sulc.-commissur.*, und zwar auf jeder Seite der Commissur, je ein auf- und ein abwärtsverlaufendes Gefässchen einander begegnen.

Diese sich begegnenden Gefässchen fliessen mit einander zusammen. Es entsteht so eine doppelte Kette von Anastomosen,

welche rechts und links in der Commissur sich durch die ganze Länge des Rückenmarkes hinzieht.

Im unteren Sacralmark enden diese beiden Ketten, indem sie in viele Zweige zerfallen, die die ganze Commissur durchsetzen.

Das eben geschilderte Verhalten der centralen Längsanastomosen ist am besten mit Hilfe continuirlicher Reihen frontaler Längsschnitte zu verfolgen, welche die inneren Hälften der grauen Säulen (nach innen von Schnitt 3 in Fig. VIII) zerlegen. — Hierbei begegnet man regelmässig Bildern, welche der Fig. XII entsprechen. Von breiten Zonen weisser Substanz eingeschlossen zeigt sich in der Mitte des Schnittes ein schmaler Streifen grauer (*Gr* Fig. XII), der sich durch sein reiches Netz von Capillaren scharf gegen die Nachbarschaft abhebt. Und in Mitten dieser Capillaren kommen längsgeordnet und in unregelmässigen Abständen Stümpfe oder Querschnitte der *Vasa sulc.-commissur.* (*sc* Fig. XII) zum Vorschein, welche die eben beschriebenen längsverlaufenden Zweige (*lsc*) in der geschilderten Weise entsenden.

Auch auf allen Querschnitten nicht injicirter Rückenmarke ist der Verlauf der centralen Längsanastomosen markirt. Hier befinden sich vor dem Centralcanal und an beiden seitlichen Enden der Commissur stets zwei Gefässlöcher (Fig. IV, *csc* = *canalis anastomosis longitudinalis vasorum sulc.-commissur.*), welche dem die Längsanastomosen bergenden quer durchschnittenen Gefässcanal entsprechen.

Diese Gefässlöcher sind seit langem bekannt. Aber man hat sie bisher falsch gedeutet. Man schrieb sie sogenannten „Centralvenen“ zu, worunter man sich, wie es scheint, ununterbrochen durch die ganze Länge des Rückenmarkes fliessende venöse Gefässe vorstellte.

Im Sacralmark wird das Auftreten und die Lage der beiden Gefässlöcher unbeständig. In seinen untersten Partien endlich sieht man an ihrer Stelle eine grössere Zahl von Gefässlöchern sich unregelmässig durch die Commissur zerstreuen, was in dem oben beschriebenen Verhalten der Gefässe an dieser Stelle seine natürliche Erklärung findet.

Die Endverästelungen der Arteriae sulco-commissurales.

Nach Abgabe der Längsanastomosen theilen sich die *Artt. sulco-commissurales* in ihre letzten Äste. Auf Querschnitten sieht man zwei bis drei solcher Äste. Der eine von ihnen (vergl. Fig. III) wendet sich direct nach vorn zur Substanz des grauen Vorderhorns, der andere geht in diametral entgegengesetzter Richtung zur Masse des Hinterhorns. Und ist noch ein dritter Endzweig vorhanden, so hält er sich zwischen den beiden vorigen in der Mitte.

Auf sagittalen Schnitten zeigen sich die Endverästelungen der *Artt. sulc.-commissur.* inmitten der Capillarzone, welche der grauen Substanz entspricht. (Fig. XI *sc*). Auch hier verlaufen sie nach verschiedenen Richtungen, sind um so bedeutender, je näher der Commissur man sie sieht, und hören allmälich ganz auf, auf Schnitten zu erscheinen, welche sich der Peripherie der grauen Substanz nähern.

Auf frontalen Längsschnitten, welche die Commissur streifen (Fig. XV), kann man die *Artt. sulc.-commissur.* noch in Zusammenhang mit ihren Endverästelungen sehen. Sie kommen an den inneren der Fissur (Fig. XV *F*) entsprechenden Rändern, also in der Mitte des Schnittes, zum Vorschein und verlaufen divergirend nach beiden Seiten hin bis in die graue Substanz. Hier gelangen sie nur bis etwa zur Mitte und theilen sich dann in die Endästchen, die auf diesen Schnitten vorzugsweise nach oben und unten verlaufen. (S. die Details der Fig. XV.) Entfernt man sich mit den Schnitten von der frontalen Mittellinie (Fig. XIV) des Rückenmarkes, so bekommt man natürlich nur Bruchstücke dieses Verlaufes zu Gesicht.

Aus der Untersuchung aller angeführten Schnittreihen ergibt sich über den Verlauf der Endverzweigungen der *Artt. sulc.-commissur.* so viel, dass sie dicht an der Austrittsstelle der centralen Längsanastomosen, also noch ziemlich in der Nähe der Commissur, aus ihren Stämmchen nahezu in Form eines Gefässbüschels heraustreten und als Strahlen endigen, welche von der Gegend der Commissur aus durch die Masse der grauen Säulen nach der Peripherie hin divergiren, ohne doch letztere zu erreichen.

Nur ganz ausnahmsweise kommt es vor, dass ein Strahl dieses Büschels sich verirrt und nicht nur bis an die Grenze der

grauen Substanz, sondern selbst über diese hinaus bis in die weisse eindringt. In Fig. V ist bei *e* ein solches *Vas errans* gezeichnet.

Sämmtliche Endäste der *Artt. sulc.-commissur.* zerfallen sehr schnell in Capillaren, welche das von jenen durchzogene Gebiet, d. h. die centralen Theile der grauen Substanz mit Blut versorgen. In Fig. III sind ausschliesslich diese Theile injicirt dargestellt. Sie stellen zwei zu beiden Seiten der Commissur symmetrisch gelagerte und gleiche Felder dar, welche etwa zwei Drittel des Querschnittes der grauen Substanz einnehmen und zwischen sich und dem Rande der letzteren eine auf der Abbildung Fig. III leer dargestellte, in Wirklichkeit aber von einem System anderer Gefässe mit Capillaren versorgte Zone zurücklassen.

Verhindert man an der Stelle des Rückenmarkes, in welcher die graue Substanz am stärksten entwickelt ist, und also das Capillargebiet der *Art. sulci* die grösste Ausdehnung hat, z. B. an der Halsanschwellung, während des Injicirens der Injectionsmasse den Zutritt zu den *Artt. sulci* durch Abbinden eines entsprechenden Stückes der *A. spinalis anterior*, so erhält man zuweilen auf Querschnitten dieser Partie Bilder, welche gerade das oben beschriebene Capillargebiet der *Art. sulci* leer und die peripherische Zone der grauen Substanz injicirt zeigen.

Doch darf man sich nicht vorstellen, als ob das centrale und das peripherische Capillarnetz der grauen Substanz von einander auch physiologisch getrennt wären. Im Gegentheil stehen beide Capillargebiete mit einander in innigster Verbindung, so dass es auch anatomisch sie nur selten und um so schwieriger von einander zu trennen gelingt, je kleiner das Feld grauer Substanz ist, auf dem sie zusammengedrängt erscheinen.

c) Die Venen des Gebietes der *Art. sulci.*

Wir haben die *Vena sulci* bisher nur so weit verfolgt, als sie in Begleitung der *Art. sulci* erschien, und an derjenigen Stelle sie wieder verlassen, wo sie in Gemeinschaft mit dem Stamm der *Art. sulci* die vordere Commissur erreichte.

Von hier ab lässt sich der Verlauf der Venen im Gebiet der *Art. sulci* mit wenigen Worten schildern.

Er entspricht so vollkommen den arteriellen Verästelungen, dass die Beschreibung der letzteren direct auf das Venensystem übertragen werden kann.

Demnach gibt es mit dem für die Arterien geschilderten Verlauf: *Vv. sulc.-commissur.*, venöse Längsanatomosen und büschelförmig convergirende Endvenen, die aus den centralen Bezirken der grauen Säulen ihre Capillaren beziehen.

Nur in Bezug auf das Lageverhältniss der Venen zu den entsprechenden Arterien sei kurz erwähnt, dass sie auf Querschnitten (Figg. II, III und V) und sagittalen Längsschnitten (Figg. XI und XII) gut zu verfolgen sind, auf frontalen Längsschnitten (Fig. XV bei *s*) aber einander verdecken. Es folgt hieraus, dass die Venen neben ihren zugehörigen Arterien verlaufen.

Erwägen wir nun am Schluss dieser Beschreibung des Stromgebietes der *Art. sulci*, dass die Endäste dieser Arterie von den beiden Enden der Commissuren aus, also von central gelegenen Theilen des Rückenmarkes, in die Substanz der grauen Säulen hinein, also in der Richtung zur Peripherie hin, divergiren, dass die Stämmchen, aus denen die Endäste hervorgehen, die *Artt. sulc.-commissur.*, aus einem dicht vor dem Centralcanal gelegenen, also dem Centrum des Rückenmarkquerschnittes benachbarten, Punkte ausgehen und zu den Enden der Commissur gelangen, d. h. ebenfalls divergirend zur Peripherie hin steuern und endlich, dass auch die centralen Längsanastomosen dem allgemeinen Princip der Divergenz vom Centrum aus folgen; so werden wir das gesammte Gebiet der *Art. sulci* kurz dahin charakterisiren können, dass es ein System centrifugaler, für die centralen Theile des Rückenmarkes und speciell der grauen Substanz bestimmter Gefässe darstellt, dessen Träger die *Art. sulci* ist, und dessen virtuelles Centrum in der Verlängerung dieser Arterie d. h. dort, wo sie sich zum ersten Mal (in die *Artt. sulc.-commissur.*) theilt, zu suchen ist.

B) Das centripetale Gefässsystem der Vasocorona.

Der ganze Rest von Rückenmark, der von der *Art. sulci* und ihren Zweigen nicht erreicht wird, wird von Gefässen versorgt,

welche überall dort ihren Anfang nehmen, wo an die Peripherie des Rückenmarkes Rückenmarkssubstanz herantritt, d. h. mit Ausnahme der vorderen Fissur von dem gesammten Rückenmarksumfang.

Sie alle zusammen bilden somit bei ihrem schon früher erwähnten radiären Verlauf einen den Rückenmarksquerschnitt gleichsam umsäumenden und nur von der vorderen Fissur unterbrochenen Kranz, dem ich den Namen des Gefässkranzes, der Vasocorona, geben will. Die Vasocorona stellt mit allen ihren Gefässen ein zweites und gleichzeitig einheitliches Gefässsystem des Rückenmarkes dar, welches einen dem System der *Art. sulci* geradezu entgegengesetzten Charakter trägt.

Stützt sich das System der *Art. sulci* auf die Zuflüsse eines einzigen arteriellen, durch seine Grösse sich auszeichnenden Gefässstammes, der in einer natürlichen Lücke des Rückenmarkes verläuft, auf diesem Wege an das Centrum des Rückenmarkes gelangt und von hier aus die centralen Theile desselben mit centrifugal verlaufenden Ästen versorgt; so besteht das System der Vasocorona umgekehrt aus einer sehr grossen Zahl kleiner Arterien, welche auf der ganzen Peripherie der Rückenmarkssubstanz in das Rückenmark eintreten, nach dem Centrum zu convergiren und in centripetalem Verlauf die peripherischen Schichten des Rückenmarkes durchziehen und mit Blut versorgen.

In diese Aufgabe theilen sich drei von einander wohl zu unterscheidende Kategorien von Gefässchen.

a) Die Randgefässe.

Sie enden unter allen Gefässen der Vasocorona der Peripherie am nächsten und versorgen nur die äusserste Randschicht des Rückenmarkes mit Blut. Es sind dünne, feine, ungemein zierliche Stämmchen, die schon nach kurzem Verlauf (0·3—0·4 Mm.) in relativ grosse Zweige sich spalten und dann zwischen den Längsbündeln, also parallel zur Rückenmarksachse verlaufen. Man sieht sie desshalb besser auf Längs-, als auf Querschnitten. (S. die Randgefässchen in Fig. IX.)

Die Quelle der Randgefässe ist die blutreiche Pia und der Verbreitungsbezirk derselben der Rückenmarksmantel, so weit er

von Pia bedeckt ist. Nun kommt die Pia mit dem Rückenmark in Berührung: 1. an dessen freier Oberfläche und 2. an den einander zugekehrten Flächen der Vorderstränge, den Wänden der vorderen Fissur. Das sind also auch die Orte, welche Randgefässe besitzen. (S. *P* in den Figg. IX, XIV und XV.)

b) **Die Gefässe der weissen Substanz.**

Während die Randgefässe Gefässchen sind von gleicher Grösse, und desshalb den Rand des Rückenmarkes mit einem gleichmässigen Gefässsaum umgeben, sind die Gefässe der weissen Substanz Stämmchen von ungleicher Grösse, welche auf ihrem radiären Wege in der Richtung nach dem Centrum hin in verschiedenen Entfernungen von der Peripherie, aber stets vor der grauen Substanz endigen. Das Gebiet, das sie mit Blut versorgen, liegt zwischen dem Gebiet der Randgefässe und der grauen Substanz.

Auf Querschnitten kann man die Gefässe der weissen Substanz (*Gw*) häufig in ihrem ganzen Verlauf (Fig. II *Gw*) verfolgen, auf Längsschnitten wegen ihrer radiären Richtung selbstverständlich nur dann, wenn die Längsschnitte in die Nähe des sagittalen oder frontalen Durchmessers des Rückenmarkes fallen. (S. *Gw* in den Figg. X bis XIII und analoge Gefässchen in Figg. XIV und XV.) Während sie ihren Weg durch die weise Substanz nehmen, treten sie nie in die Substanz der Längsbündel ein, sondern bahnen sich zwischen denselben den Weg und verlaufen in Lücken (*L* Fig. IX), welche sie zwischen den Bündeln sich schaffen.

Von den Gefässen der weissen Substanz treten auf dem ganzen Wege ihres Verlaufes kleine, zierliche Ästchen als Seitenzweige ab, welche die Richtung ihrer Stämmchen kreuzen, zwischen den Längsbündeln des Rückenmarkes sich nach oben und unten, also ebenfalls parallel zur Rückenmarksachse, verzweigen und von den Zwischenbündellücken aus die Längsbündel umspinnen. (Vergl. Fig. IX.)

Es wiederholt sich also in allen Systemen und an allen Rückenmarksgefässen dasselbe Princip des Längenverlaufes ihrer Zweige, welches wir an den „centralen Längsanastomosen“ der *Art. sulci* in der Form seiner am meisten entwickelten Repräsentanten kennen gelernt haben.

Unter den **Gefässen der weissen Substanz** zeichnen sich zwei durch ihre Grösse, Beständigkeit und ihren charakteristischen Verlauf aus. Sie gehören beide dem Gebiet der Hinterstränge an.

Die Arteria fissurae.

Ich nenne das eine dieser Gefässe die *Art. fissurae*, weil es in die seichte Furche der hinteren Fissur (*F* Figg. II und V) eintritt. Von der hinteren Fissur aus geht es in horizontaler Ebene längs des mittleren Septum die Hinterstränge in zwei seitliche Hälften halbirend gerade nach vorn in der Richtung zur hinteren Commissur. (F in Figg. II und V.)

Auf Querschnitten betrachtet, verlaufen demnach die *Artt. fissurae* mit ihren Venen den *Vasa sulci* gerade direct entgegen. Und da ihr Strombett mit dem der *Vasa sulci* in dem Tiefendurchmesser des Rückenmarkes zusammenfällt, so präsentiren sie sich am besten auf Längsschnitten des Rückenmarkes, welche die vordere Fissur eröffnen und den Verlauf der *Vasa sulci* zeigen. Auf solchen Schnitten (Fig. XIII) kann man sie mit den *Vasa sulci* zu gleicher Zeit in ihrer Gesammtanordnung überblicken und sie beide mit einander vergleichen.

Ein solcher Vergleich lehrt, dass die *Artt. fissurae* feiner und dünner sind, als die *Artt. sulci*. Sie wechseln abweichend von letzteren ganz regelmässig mit ihren Venen ab und liegen stets **unter** denselben. Dabei kann man gleichzeitig die Bemerkung machen, dass sie ihren Venen an Dicke und Grösse auffallend nachstehen, ein Princip, das sich auch an den übrigen Gefässen des Rückenmarkes, wenn auch nicht in gleichem Masse wiederholt. An Zahl kommen die *Artt. fissurae* den *Artt. sulci* einander etwa gleich. Vielleicht übertreffen sie sie sogar um ein Geringes.

Die meisten *Artt. fissurae* endigen mit ihren Venen noch bevor sie die hintere Commissur (*Cp* Fig. XIII) erreichen. Auf ihrem ganzen Wege senden sie eine beträchtliche Zahl ziemlich starker Äste ab, die nach allen Richtungen hin in der Nachbarschaft die weisse Substanz durchsetzen. Keines der übrigen Gefässe der Vasocorona ist so reich an Zweigen, wie sie.

An der Stelle, wo die *Vasa fissurae* die Längsbündel kreuzen, sind letztere ein wenig im Querdurchmesser zusammengedrängt. (Vergl. Fig. XIII.) Daher erscheinen die Längsbündel im Bereich

der *Vasa fissurae* nicht als gerade Linien, sondern als Bögen, die sich immer zwischen je zwei benachbarten Gefässen hin spannen, mit der Convexität gegen die Commissur gerichtet sind und sich im Annähern an die letztere vergrössern.

An manchen Stellen erreichen die *Vasa fissurae* die hintere Commissur (Figg .II und V). In diesem Fall treten sie auch in dieselbe ein und theilen sich unmittelbar darauf in zwei feine Ästchen (*f* in Figg. II und V), die ihren Stamm rechtwinkelig verlassen und nach entgegengesetzten Richtungen am Rande der hinteren Commissur entlang laufen.

Mitunter kommt es vor, dass der Stamm der *Art. fissurae* kurz vor der hinteren Commissur von seinem Verlauf abbiegt und in eines der beiden Hinterhörner gelangt (f_2 in Fig. II). Dann pflegt es auch hier in seine Capillaren zu zerfallen und sich so an der Versorgung von grauer Substanz mit Blut zu betheiligen.

Besonders häufig geschieht das im Gebiet der Clarke'schen Säulen. (Fig. IV *f*.)

Die *Artt. fissurae* führen demnach ihr Blut unter Anderem auch an dasjenige Gangliengebiet, welches, wie wir früher gesehen haben, seine Hauptzuflüsse aus dem System der *Art. sulci* auf dem Wege specieller Blutbahnen bezieht.

Die Arteriae interfuniculares.

Das zweite besonders zu erwähnende Gefäss in der weissen Substanz der Hinterstränge ist paarig.

Es fliesst zu beiden Seiten der *Art. fissurae* vollkommen symmetrisch an der Grenze zwischen den Goll'- und den Burdach'schen Strängen und mag desshalb *Art. interfunicularis* heissen. (i in Fig. II.) Es findet sich jederseits eine Arterie und eine darunter fliessende Vene. Indem beide *Artt.* und *Venn. interfuniculares* die Grenze zwischen den angegebenen Strängen einhalten, nehmen sie das dreieckige Querschnittsgebiet des Goll'schen Stranges zwischen sich und convergiren von der Peripherie in der Richtung zur hinteren Commissur mit einander. Diese Convergenz entspricht nun zwar dem Charakter der allgemeinen Stromesrichtung im Gebiet der Vasocorona, zeichnet sich jedoch durch ihre Symmetrie und ihre Beständigkeit vor den übrigen Gefässen dieses Systems mit grosser Schärfe aus.

Die *Artt. interfuniculares* senden Ästchen aus nach innen zur Substanz des Goll'schen und nach aussen zu der des Bundach'schen Stranges. Sie sind nur in der Ausdehnung der Goll'schen Stränge, besonders in der Halsanschwellung zu verfolgen. Von der Mitte des Brustmarkes ab treten an ihre Stelle Gefässchen, welche der allgemeinen Richtung der Gefässe der Vasocorona folgen. (Fig. IV.)

c) **Die Gefässe der grauen Substanz.**

Die Gefässe der dritten Kategorie der Vasocorona treten mit den übrigen und unter ihnen zerstreut in die Peripherie des Rückenmarkes ein und verlaufen, wie sie, radienförmig, aber abweichend von ihnen quer durch die ganze weisse Substanz bis zur grauen.

Vergl. *Gg* in den Figg. II, V, XI, XII und XV.

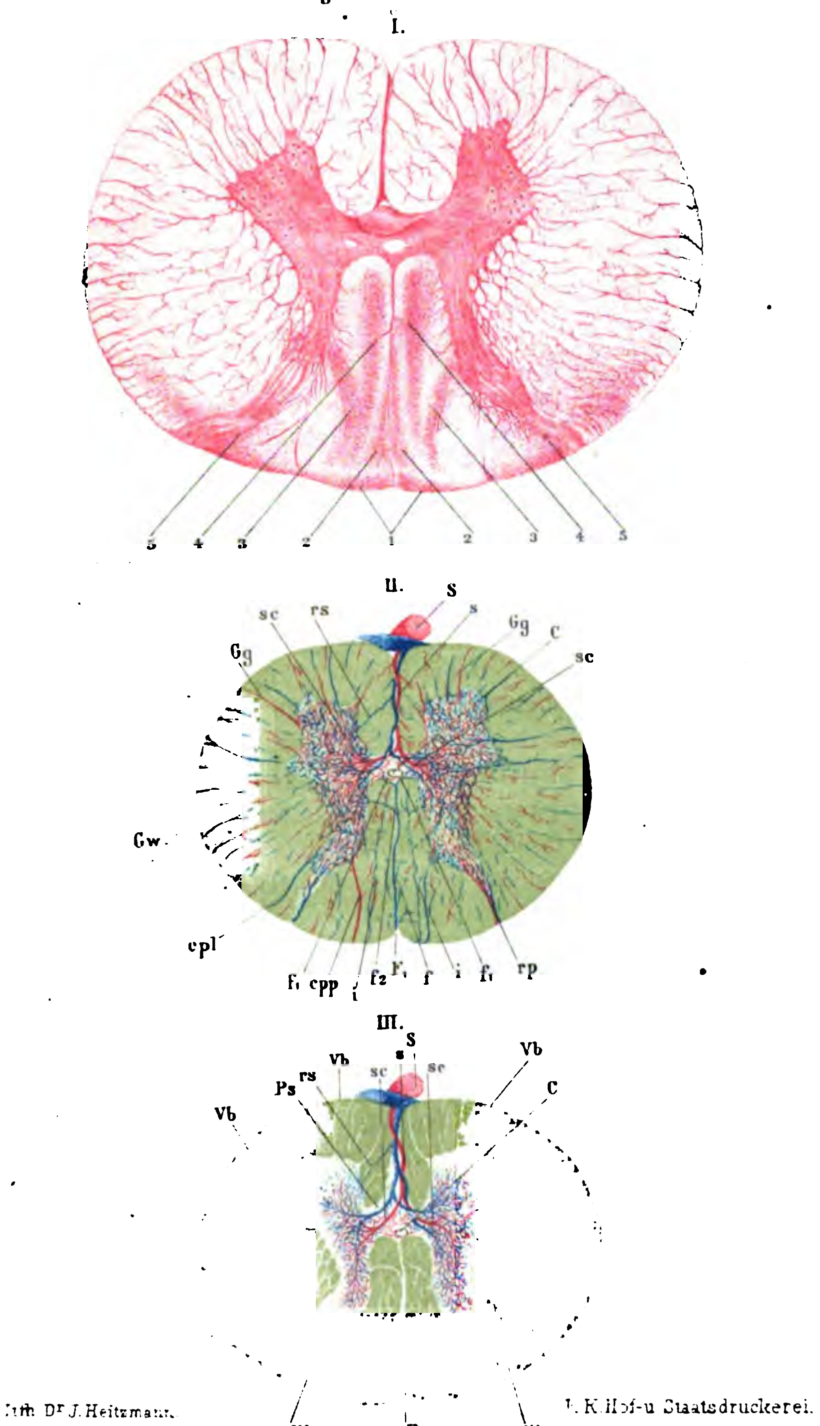
Wie die Gefässe der weissen Substanz, so dringen auch die der grauen zwischen den Längsbündeln in das Innere des Rückenmarkes ein. Man sieht desshalb auf Längsschnitten (Fig. IX), welche durch peripherische Schichten der weissen Substanz gehen, die Querschnitte (*Gq*) beider Gefässarten unter einander gemischt in regelmässigen, einander parallelen und durch die Breite der Längsbündel von einander getrennter Längsreihen auftreten. In diesen Längsreihen wechseln die Arterien und Venen, wenn auch nicht in bestimmten Distanzen und mit Regelmässigkeit, so doch meist so ab, dass auf eine Arterie eine Vene folgt u. s. w.

Die Gefässe der grauen Substanz sind unter allen Gefässen der Vasocorona die stärksten und, wie schon aus ihrem Verlauf hervorgeht, die längsten.

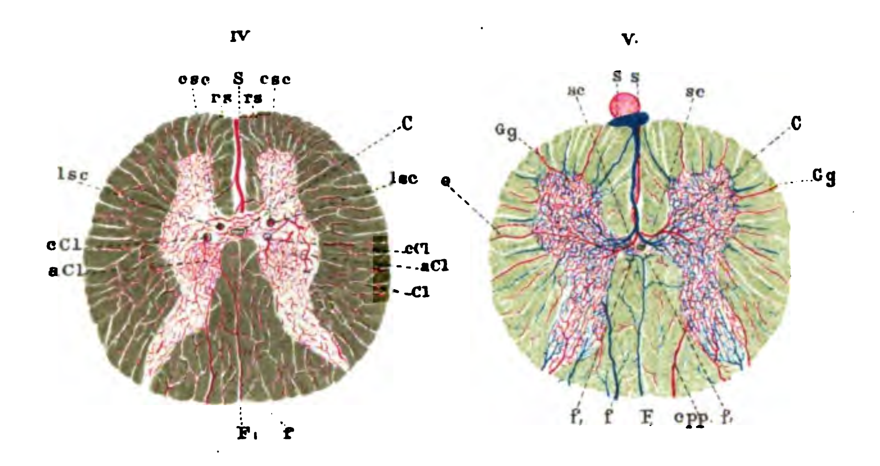
Sie sind schlanke, geradlinig und ohne Schlängelungen direct zur grauen Substanz hinziehende Stämmchen, die auf ihrem Wege durch die weisse Substanz nur spärliche Ästchen entsenden und beim Eintritt in die graue sofort in Capillaren zerfallen.

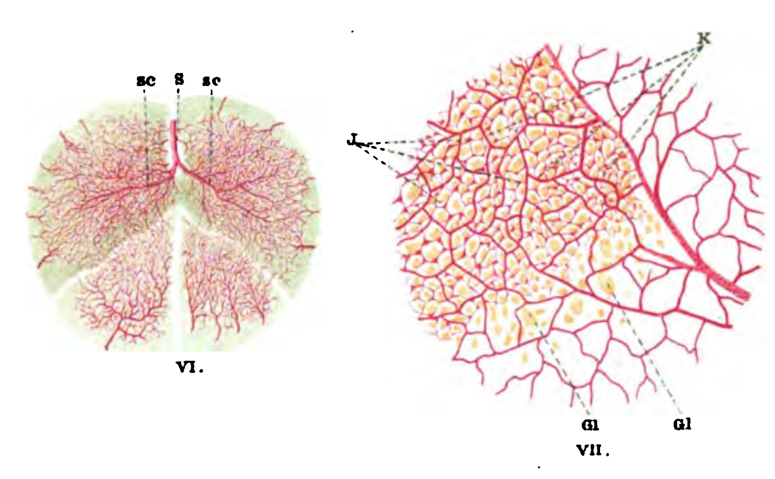
Auf diese Weise versorgen sie die ganze peripherische Zone der grauen Substanz mit Blut, die, wie wir früher gesehen haben, von den Endästen des Systems der *Art. sulci* nicht mehr direct erreicht wird.

Doch muss ich der Vollständigkeit wegen gleich hier hinzufügen, dass allerdings der Stamm der *Art. sulci* selbst zuweilen



Lith. Dr J. Heitzmann. K. K. Hof-u. Staatsdruckerei.



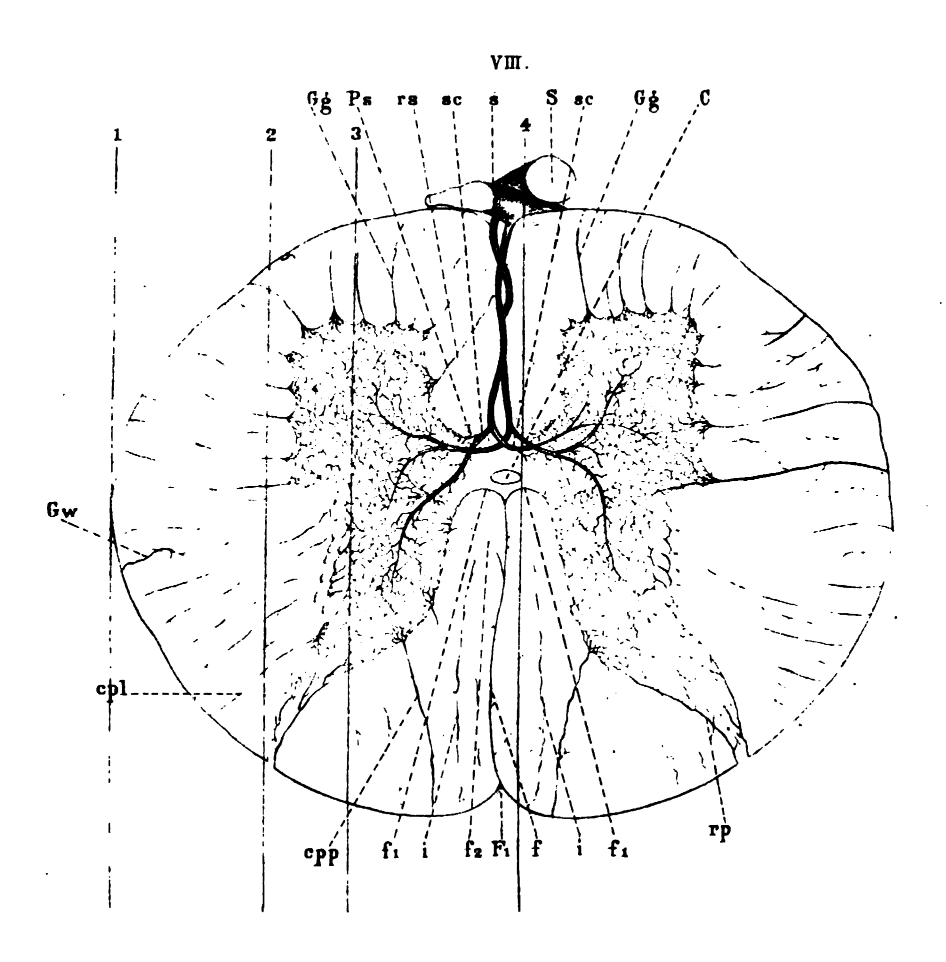


VI.

VII.

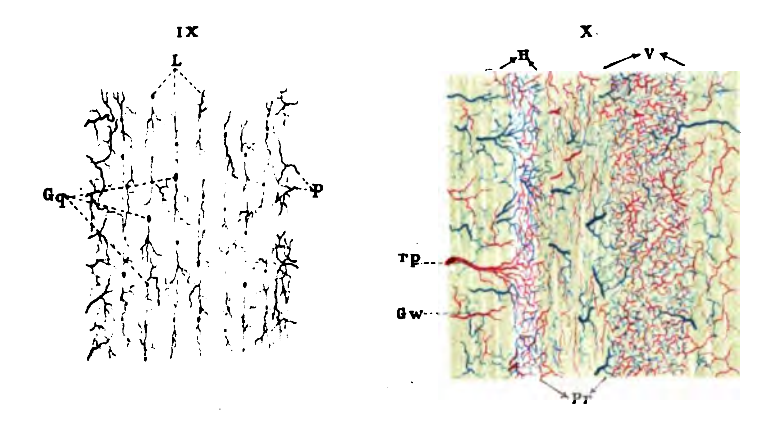
Lith. Dr. J. Heitzmann. K. K. Hof- u. Staatsdruckerei.

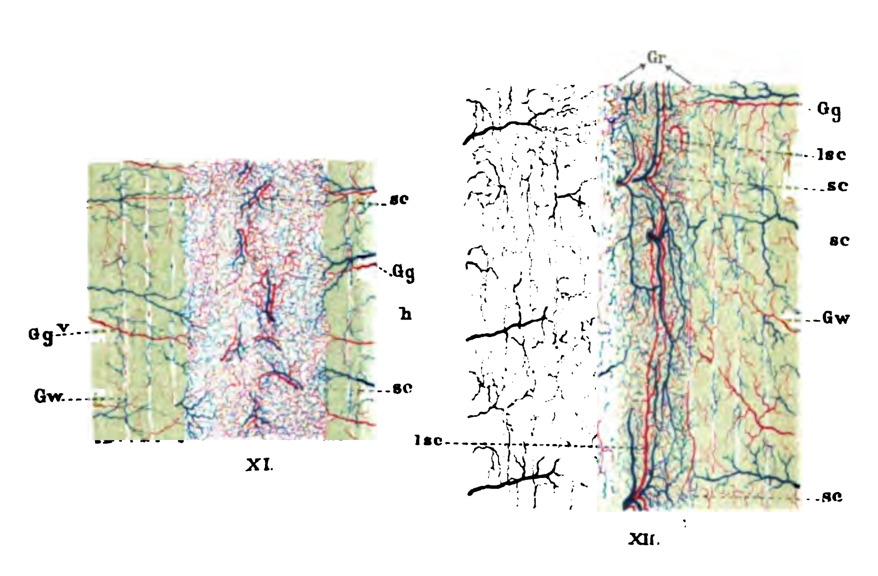


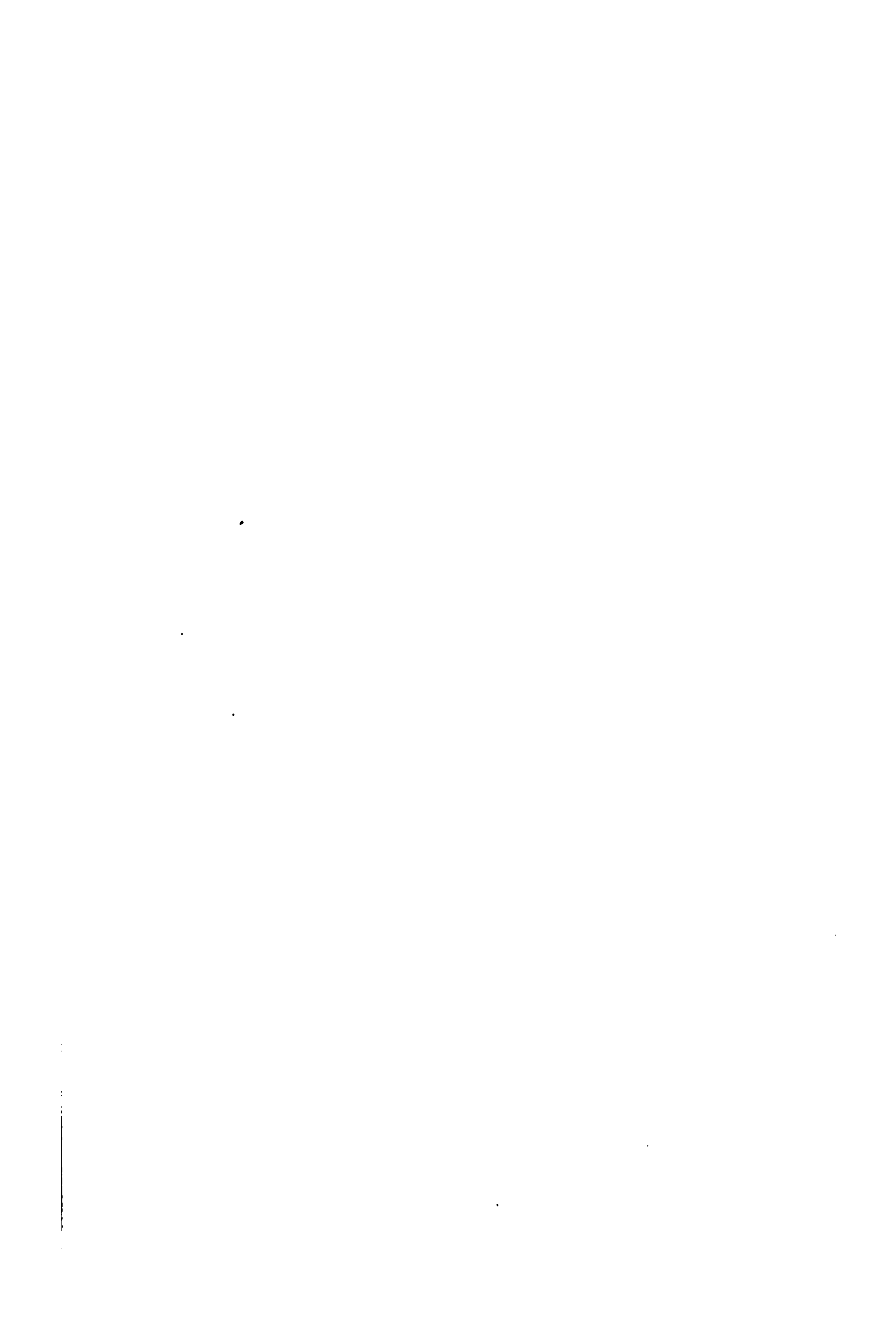


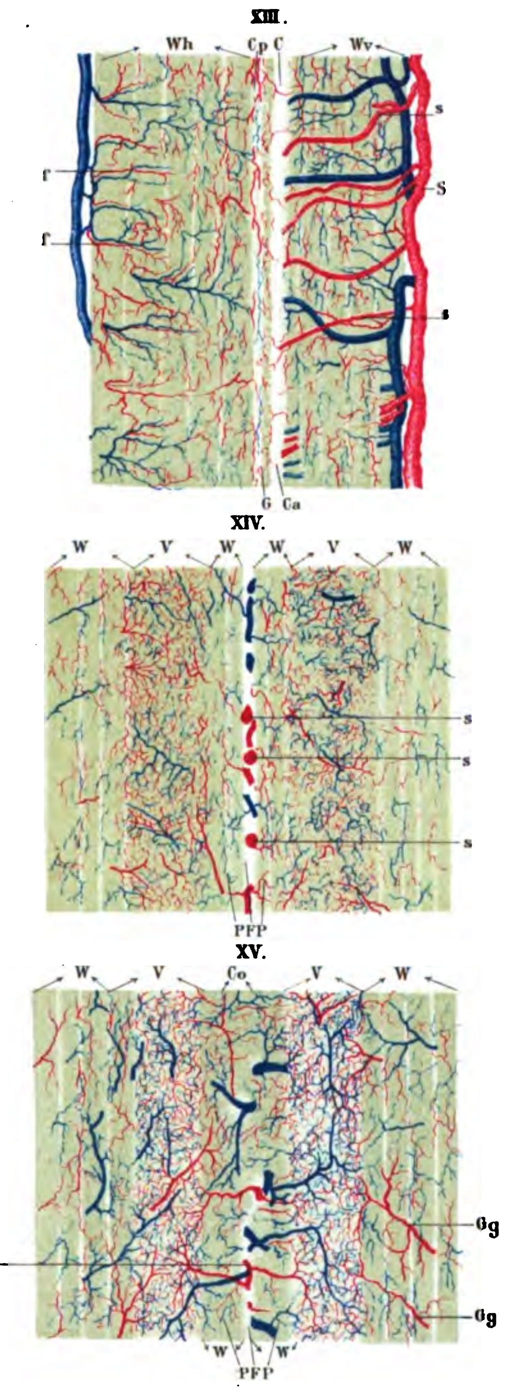
lith Dr. J. Heitzmann

K.k.Hof-u Staatsdruckerei

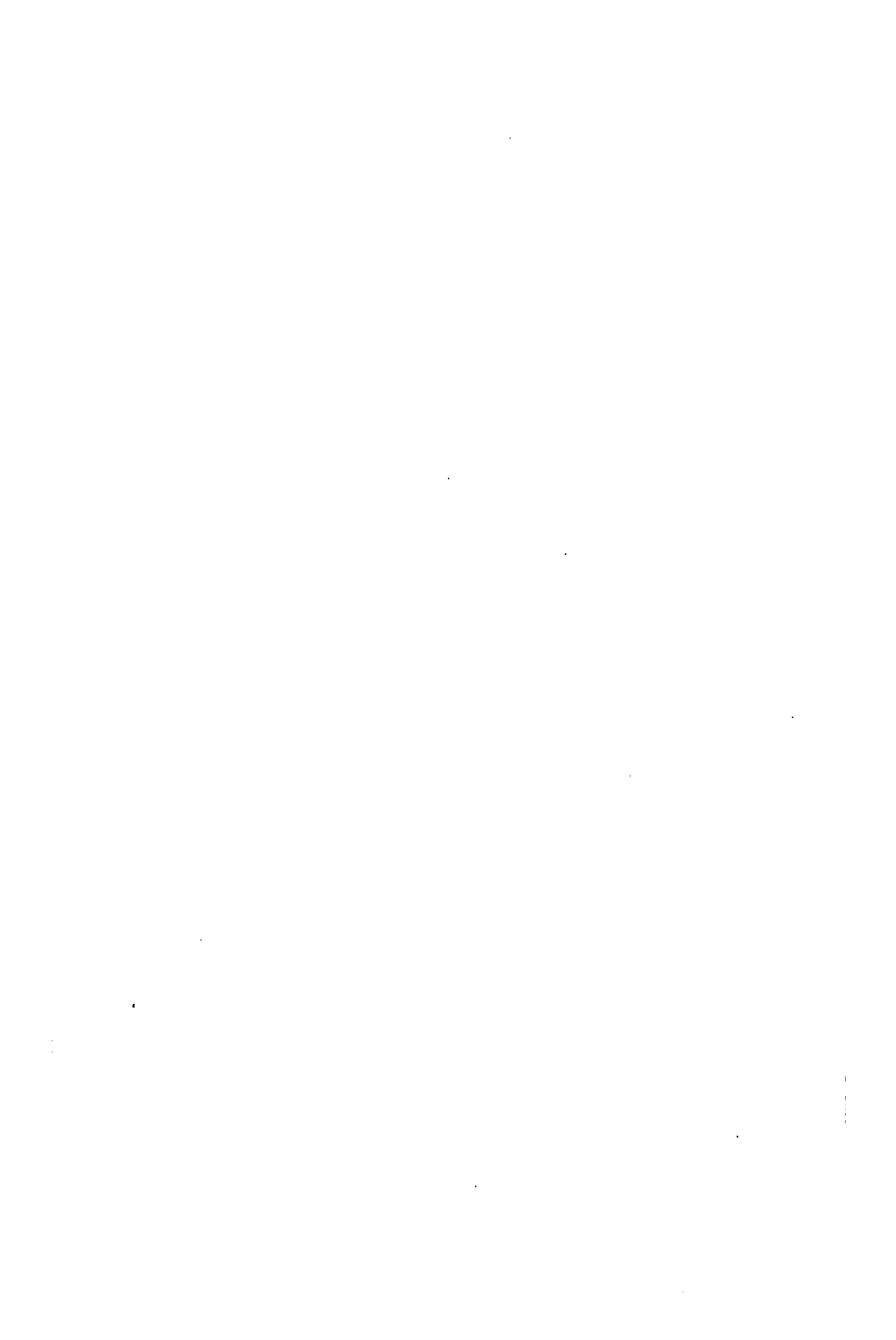

IX
L
Gq
P
X
H
V
Tp
Gw
Pr


sc
Gg
h
Gg
V
Gw
sc
XI.
Gr
Gg
lsc
sc
sc
Gw
lsc
sc
XII.

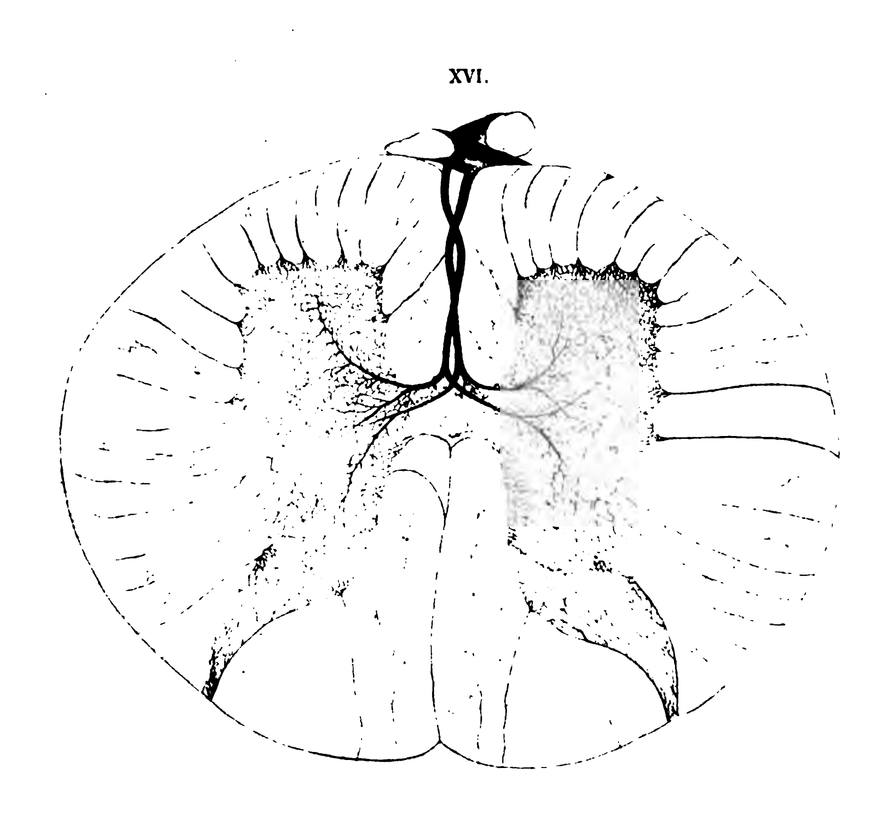




lith Dr J. Heitzmann. K.K Hof-u Staatsdruckerei.



XVI.



Gebiet der Art: sulci.

Aa: radic. anterior. ad funicul: later. et ad funicul. poster.

Aa: marginales

Aa: fissurae

Aa: radic. posterior.

Aa: cornu posterioris posticae.

A: interfunicularis.

Substantia gelatinosa centralis.

Gebiet der A: sulci u. d. A: fissurae.

lith Dr. J. Heitzmann

directe Zweiglein in dieses Gebiet der „Gefässe der grauen Substanz“ entsendet. Dort, wo er an den einander zugekehrten inneren Rändern der grauen Vorderhörner vorbeifliesst, sendet er manchmal bald rechts, bald links schräg nach vorn gerichtete Zweige, die erst in der grauen Substanz sich verästeln. In den Figg. II und III ist bei *rs* ein solcher *Ramus vasis sulci* wiedergegeben.

Ich habe schon einmal darauf hingewiesen, dass die graue Substanz im Rückenmark dessen Capillarlager κατ' ἐξοχήν ist, dass ihre Contouren mit denen des Capillarlagers sich decken und dass das ganze charakteristische Convolut von Ausläufern, Radien, Verästelungen und Sternen, welche der grauen Substanz auf Querschnitten von normalen Rückenmarken ihr so charakteristisches Aussehen geben, ganz dem Gefässnetz des Rückenmarkes entspricht und gleichsam einen Abguss desselben darstellt.

Die Figg. II und III geben einen naturgetreuen bildlichen Ausdruck dieser Thatsache. Sie stellen Querschnitte aus derselben Halsanschwellung dar, Fig. II mit vollständiger Injection beider Systeme, Fig. III nur mit injicirtem Gebiet der *Art. sulci.* Im Schnitt Fig. III ist die graue, bei durchfallendem Licht bekanntlich transparent erscheinende, Substanz in ihrer natürlichen Form erhalten und die charakteristische Gestaltung ihrer Grenzen und ihrer durch die weisse Substanz ziehender Ausläufer sichtbar. Im Schnitt Fig. II verdeckt das Gefässnetz der Vasocorona bis in die feinsten Details gerade alles das, was auf dem vorigen Schnitt transparent und grau ist.

Nun wissen wir, dass die graue Substanz trotz sehr complicirter Details in ihrer äusseren Gestaltung nirgends eine zufällige, sondern überall eine ganz bestimmte, gesetzmässige und sogar für jede Höhe des Rückenmarkes charakteristische Form von diagnostisch verwerthbarer Constanz hat.

Wenn nun, wie wir gesehen haben, die äussere Form der grauen Säulen mit der Gestalt der sich in ihr verzweigenden Capillarnetze der der Vasocorona angehörigen „Gefässe der grauen Substanz“ congruent ist, so folgt hieraus, dass auch diese „Gefässe der grauen Substanz“ nur Einen Verlauf haben, einen Verlauf, der zwar mit der Höhe des Rückenmarkes, nicht aber mit dem Rückenmark wechselt.

An den Gefässen der grauen Substanz lassen sich wiederum einzelne Gruppen unterscheiden, die an der Gestaltung des cen-

tralen Capillarnetzes und damit auch an der grauen Substanz selbst einen dominirenden Antheil nehmen. Es sind das

die Zuflüsse zu den Vorderhörnern.

Dieselben begleiten die Bündel der vorderen Wurzeln (*Vb* Fig. III) und stellen ganz wie diese einen Kranz von Radien dar (vergl. Fig. II und III mit einander), welche in die ganze Peripherie der Vorderstränge, besonders in deren vorderen und äusseren Rand, eintreten und nach der grauen Substanz der Vordersäulen zu convergiren. An der Grenze der grauen Substanz angelangt, theilen sie sich unter spitzem Winkel in Zweige (s. die Details der in die Vordersäulen eintretenden Gefässchen in den Fig. II und V), die aus ihrem Stamm, wie die Äste aus einer kurz bewipfelten Tanne hervorgehen. Gerade dieses Verhalten der Gefässe der grauen Substanz erklärt die eigenthümlichen Formen der grauen Säulen.

Die Zweige der Gefässe der grauen Substanz zerfallen unmittelbar in ein reiches Netz von Capillaren, die besonders das an Ganglien reiche Gebiet versorgen.

Zuflüsse zu den Hinterhörnern.

Wir haben deren zwei Arten zu unterscheiden:

Arteriae radicum posteriorum.

Die einen haben einen den Zuflüssen zu den Vorderhörnern analogen Verlauf, gelangen also in Begleitung der hinteren Wurzelbündel (*Hb* Fig. III) in die graue Substanz.

S. *rp* = *artt. radicum posteriorum* in Fig. III.

Nun stellen die hinteren Wurzelbündel im ganzen Verlauf des Rückenmarkes bis zum Sacralmark hin nicht, wie die vor, deren, getrennte und über eine grössere Fläche zerstreute Züge dar, sondern nur Einen compacten aus an einander gedrängten Bündeln zusammengesetzten Strang, der der Breite der schmalen Hinterhörner entspricht.

Demzufolge beschränkt sich auch die Zahl der die hinteren Wurzelbündel begleitenden Gefässe auf einzelne, ein oder zwei, Stämmchen, die die Breite der hinteren Wurzelbündel einnehmen und nach dem Eintritt in die graue Substanz in die schon oben

beschriebenen Büschel längsverlaufender und längliche Felder zwischen sich schliessender Capillaren zerfallen.

Die Länge dieser Stämmchen wechselt in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes mit der Länge der Hinterhörner und ist im Brusttheil am bedeutendsten, wo die Hinterhörner bekanntermassen die geringste Ausdehnung besitzen.

Vom unteren Lendenmark ab (Fig. V) wird, wie ebenfalls bereits näher ausgeführt worden ist, die Breite der Hinterhörner grösser und das in ihnen eingeschlossene Capillarnetz dem der Vorderhörner ähnlich.

Hier ändert sich auch der Habitus der hinteren Wurzelbündel und die Form der sie begleitenden Gefässe. Bündel und Gefässe nehmen an Zahl zu, werden discret und so den Zuflüssen zu den Vorderhörnern in gewissem Grade conform. (Vergl. Figg. V und VI.)

Vielleicht entsprechen die Artères radiculaires antérieures et postérieures Duret's diesen meinen eben beschriebenen Zuflüssen zu den Vorder- und den Hinterhörnern.

Arteriae cornuum posterium posticae.

Die anderen Zuflüsse zu den Hinterhörnern werden repräsentirt durch zwei ziemlich bedeutende und ganz symmetrisch verlaufende Stämmchen, welche in den hinteren Rand der Hinterstränge nach innen von den hinteren Wurzeln und zu beiden Seiten der *Art. fissurae* eintreten, in Bögen, welche mit ihrer Convexität einander zugekehrt sind, in die Gegend des sogenannten Kopfes der Hinterhörner einströmen und hier, folgend dem allgemeinen Verhalten der Rückenmarksgefässe, sofort in ein dichtes Netz von Capillaren zerfallen.

Diese Arterien können passend *Arteriae cornu posterioris* und wegen ihres Verlaufes durch die Hinterstränge *posticae* (*cpp* Figg. II und V) genannt werden.

Statt Eines findet man zuweilen mehrere Gefässchen in der beschriebenen Weise ihren Weg durch die Hinterstränge zu den Hinterhörnern nehmen. Und nur ausnahmsweise kommt es vor, dass man sie an irgend einer Stelle des Rückenmarkes überhaupt vermisst. Das hängt ganz von der Entwicklung und der Mächtigkeit der bekannten bindegewebigen Septa in den Hintersträngen ab, welche aus den inneren Rändern der Hinterhörner hervor-

gehen und in der Richtung nach der hinteren Fissur in Bögen gegen einander convergiren. (Vergl. die Hinterstränge der Fig. III.)

Arteriae cornuum posteriorum laterales.

Zuweilen, doch nicht regelmässig, erhalten die Hinterhörner noch einen Zufluss von aussen, der den eben beschriebenen Arterien correspondirt. Er verläuft durch den hinteren Theil der Hinterseitenstränge, wesshalb er die *Arteria cornu posterioris lateralis* heissen mag (*cpl* Fig II) und endet gegenüber der *Arteria cornu post. portic.*, mit der er ein etwa dreieckiges und von dem Hinterhorn selbst halbirtes Gebiet beschreibt.

Nachdem ich nunmehr alle mir bisher bekannt gewordenen Details der Vascularisation in der Substanz des menschlichen Rückenmarkes erörtert habe, will ich zur leichteren Übersicht des Inhalts der vorstehenden Beschreibung denselben in leicht übersichtliche Schemata fassen. Als solche mögen die Figuren VIII und XVI dienen. Erstere zeigt den Verlauf sämmtlicher Rückenmarksgefässe im Felde eines einzigen Querschnittes, letztere gibt eine Übersicht aller Stromgebiete des Rückenmarkes in leicht unterscheidbaren Farben.

Eines specielleren Commentars bedürfen die beiden Schemata nicht, da ihre Erklärung im vorstehenden Text gegeben ist.

Es ist keine Frage, dass die erörterten Kreislaufsverhältnisse im Rückenmark, die interessante Differenz in der Ernährung der weissen und der grauen besonders ganglienhaltigen Substanz, wie sie ähnlich auch für das Gehirn bereits nachgewiesen ist, das eigenthümliche Verhältniss der *Art. sulci* zur Vasocorona, die Isolirung der Gefässstämme in der weissen Substanz unter einander und die freie Communication ihrer Capillaren in der grauen, dass alle diese Dinge zu mancherlei Betrachtungen physiologischer, pathologischer und entwicklungsgeschichtlicher Natur über das Rückenmark anregen.

Es kann indessen nicht meine Aufgabe sein, hier diesen Anregungen zu folgen. Und es bleibt mir nur, auf Einen Punkt der Pathologie einzugehen, denselben, von welchem die vorliegenden Untersuchungen ihren Anfang genommen haben.

Ich habe darauf hingewiesen, dass man aus den charakteristischen Formen, der bilateralen Anlage und der Symmetrie der von mir beschriebenen jüngsten tabischen Degenerationen an präformirte Bahnen denken muss, auf welchen die Degeneration fortschreitet. Die Form der Degenerationszüge schloss von vornherein die Vermuthung aus, als ob diese Bahnen nervöser Natur sein könnten. So schien es mir das Wahrscheinlichste, anzunehmen, dass die tabische Degeneration dem Verlauf der Gefässe folgt, und, wenn das der Fall ist, selbstverständlich interstitieller Natur ist.

Vergleichen wir nun das Ergebniss der vorstehenden Arbeit und speciell den Gefässverlauf in den Hintersträngen mit den Wegen der jüngsten tabischen Degenerationen, so kann es uns nicht entgehen, dass sie beide einander nicht nur entsprechen, sondern sich durch Congruenz ihrer Formen geradezu decken.

Und so entsprechen:

1. Die Degeneration am hinteren freien Rande der Hinterstränge (Fig. I 1) dem Gebiet der Randgefässe daselbst (Fig. XVI, grau);

2. die Degenerationen in der Fortsetzung der hinteren Fissur (Fig. I 2) dem Verlauf der *Art. fissurae* (Fig. XVI braun);

3. die Degenerationen an den beiden Septis (Fig. I 3) dem Bezirk der *Artt. cornu poster. postic.* (Fig. XVI gelb);

4. die Degenerationen an den Grenzen der Goll'- und der Burdach'schen Stränge (Fig. I 4) den *Artt. interfuniculares* (Fig. XVI violett), und endlich

5. die Degenerationen der hinteren Wurzelbündel (Fig. I 5) dem Gebiete der *Artt. radic. posterior.* (Fig. XVI grün).

Bei solcher Coincidenz der tabischen Degenerationen mit dem Verlauf der Blutgefässe in den Hintersträngen kann es selbstverständlich nicht zweifelhaft sein, dass beide zu einander in gewissem Causalnexus stehen. Und da die Gefässe als Ausgangspunkte interstitieller Degenerationen längst bekannt sind, so werden wir auch hier diesem Causalnexus keine andere Deutung zu geben vermögen.

Warum nun aber unter den vielen Gefässen des Rückenmarkes gerade die der Hinterstränge so häufig erkranken, die anderen aber, so weit wir heutzutage die Pathologie des Rücken-

markes kennen, gar nicht, das ist wohl ein sehr interessantes, aber zur Zeit noch nicht zu lösendes Problem.

Dagegen geben uns die hier erörterten Kreislaufsverhältnisse des Rückenmarkes darüber bereits genügenden Aufschluss, wesshalb der in den Hintersträngen einmal eingeleitete Process bindegewebiger Entartung sich auch auf das Gebiet der Hinterstränge beschränkt und es nur zuweilen und dann an einer ganz bestimmten Stelle überschreitet.

Denn steht es einmal fest, dass der die Tabes veranlassende Degenerationsprocess längs der arteriellen Stämmchen der Hinterstränge fortkriecht, so muss sich dieser Process seitlich mit den Hinterhörnern und vorn mit der hinteren Commissur begrenzen, weil an diesen Orten die Arterien der Hinterstränge ihr Ende finden und Capillaren neuer Systeme beginnen.

Und dass das Gebiet der Capillaren thatsächlich eine solche isolirende Rolle spielt, das beweist eine ganz bestimmte Thatsache.

Die weisse Substanz der Hinterstränge ist von ihrer Nachbarschaft aus an zwei Stellen nicht durch graue, also nicht durch Capillaren, sondern nur durch grössere Stämmchen getrennt, das ist im Verlauf der hinteren Wurzelbündel und der *Artt. rad. poster.*

Und das sind in der That die einzigen Orte, an welchen die Tabes die Hinterstränge zuweilen verlässt (vergl. Fig. I, in der die hinteren Abschnitte der Hinterseitenstränge ebenfalls die ersten Spuren der Degeneration zeigen) und in die Nachbarschaft, in die hinteren Theile der Hinterseitenstränge, dringt und dann diejenigen Krankheitsfälle hervorbringt, welche man erst in der letzten Zeit zu würdigen anfängt, und welche man „Combinirte primäre Erkrankung der Rückenmarksstränge“ (Westphal) genannt hat.

Inhalt.

Erklärung der Abbildungen.

Die Details der Abbildungen sind im Text erklärt.

Die Figg. VIII und XVI sind schematische Zeichnungen. — Alle übrigen Figuren sind naturgetreue Abbildungen von Präparaten.

Fig. I. Tabesdegenerationen in den Hintersträngen, beginnende Degeneration der Hinterseitenstränge. Innerhalb des achtfach linear vergrösserten Contours sind die Details nach Auflösung des Präparates mittelst Zeiss Obj. *aa*, Oc. 2 hineingezeichnet worden.

Fig. VII. Zeiss Oc. 2, Obj. C 1 : 145.

Alle anderen Figuren nehmen den vier- bis sechsfachen linearen Flächenraum der natürlichen Präparate ein. Die in ihnen befindlichen Details sind mit Hilfe Zeiss Oc. 2, Obj. *aa*, also nach zwanzigfacher Vergrösserung, gezeichnet. Und zwar stellen dar:

Fig. II und III. Querschnitte aus der Höhe des 5. bis 6. Halsnerven.

Fig. IV. Querschnitt aus der Höhe des 12. Brustnerven.

Fig. V. Höhe des 3. Lendennerven.

Fig. VI. Sacralmark eines neugeborenen Kindes.

Fig. IX. Sagittaler Längsschnitt aus der weissen Substanz des oberen Brustmarkes.

Fig. X. Sagittaler Längsschnitt aus der Höhe des 5. Halsnerven und der Region 2—3 der Fig. VIII. Zwischen dem dem Vorderhorn (*V*) und dem den Hinterhorn (*H*) zugehörigen Capillarnetz findet sich das gröbere Gefässnetzmerk der *Processus reticulares* (*Pr.*)

Fig. XI. Sagittaler Längsschnitt. Höhe des 2. Cervicalnerven. Region nach innen von 3 Fig. VIII.

Fig. XII. Sagittaler Längsschnitt aus der Höhe zwischen 3. und 4. Halsnerven. Übergang der Commissur in die grauen Säulen. Enthält die centralen Längsanastomosen. — Entspricht etwa der Mitte der Region 3—4 der Fig. VIII.

Fig. XIII. Sagittaler Längsschnitt. Gerade durch die Mitte des Rückenmarkes. Eröffnet beide Fissuren und legt die durch sie passirenden Gefässe bloss. Höhe des 5. Halsnerven.

S = *art. spinalis anterior*; *s* = *a. sulci*; *f* = *art. fissurae*; *C* = *canalis centralis*; *G* = *subst. gelatinosa centralis*; *Ca.* = *Commissura anterior*; *Cp.* = *Commissura posterior*; *Wh.* = Weisse Substanz der Hinterstränge; *Wv.* = Weisse Substanz der Vorderstränge.

Fig. XIV. Frontaler Längsschnitt aus der Höhe des 4. Halsnerven, geht etwa durch die Mitte der vorderen Fissur.

Fig. XV. Derselbe Schnitt auf derselben Höhe, nur näher der vorderen Commissur (Ca).

XXIV. SITZUNG VOM 10. NOVEMBER 1881.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 7. November l. J. erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe Herrn Prof. Dr. Karl F. Peters an der Universität zu Graz.

Die Mitglieder erheben sich zum Zeichen des Beileides von ihren Sitzen.

Herr Hofrath Dr. Karl Ritter v. Scherzer, k. und k. Geschäftsträger und General-Consul in Leipzig, stellt der Akademie eine Quantität des von ihm aus Lima (Peru) erworbenen sogenannten Ticuña-Giftes zur Verfügung.

Herr S. Kantor, Privatdocent an der deutschen technischen Hochschule zu Prag, übersendet eine Abhandlung: „Über die Configuration (3, 3) mit den Indices 8, 9 und ihren Zusammenhang mit den Curven dritter Ordnung."

Herr Dr. Friedrich Becke, Assistent am mineralogisch-petrographischen Institut und Privatdocent der Wiener Universität, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo XVIII. Entrega 206. Setiembre 1 Habana, 1881; 8°.

— regia scientiarum Holmensis: Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum ab Elia Fries. Vol. II. Faciculus 1—6. Upsaliae, 1877; Fol.

Académie, Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome XXVIII No. 2. St. Petersbourg. Leipzig, 1880; 4°.

— — Zapiski Tome XXXVII. 2. St. Pétersbourg, 1881; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII 1880—81. Serie terza Transunti. Vol. V. Fascicolo 14. Roma, 1881; 4°.

— — Reale delle Scienze die Torino: Memorie. Serie seconda Tomo XXXII et XXXIII. Torino, 1880 et. 1881; gr. 4°.

Akademie der Wissenschaften k. bayr. zu München: Sitzungsberichte. 1881. Heft IV. München, 1881; 8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. 1re année, 8e série, 9e cahier. Paris, 1881; 8°.

Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. IV. Band, 2., 3. et 4. Heft. Christiania, 1879—80; 8°. — V. Band 1., 2. u. 3. Heft. Christiania, 1880; 8°.

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. IX. Bd. 1879. Budapest, 1881; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 44 u. 45. Cöthen, 1881; 4°.

Genootschap, koninklijk zoölogisch te Amsterdam; Catalogus der Bibliothek. Amsterdam, 1881; 4°.

Grablovitz, Giulio: Sopra un cambiamento osservato nelle constanti mareometriche del porto di Trieste. Trieste, 1880; 8°. — Il terremoto di Zagrabia. Trieste 1881; 8°. — Sul fenomeno di marea. Trieste, 1880; 8°.

Handels- und Gewerbekammer in Linz: Statistischer Bericht über die gesammten wirthschaftlichen Verhältnisse Oberösterreichs in den Jahren 1876—80. I. Band. Linz, 1881; 8°.

Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Seccion 2. Observaciones meteorológicas. Año 1880. San Fernando, 1881; Fol.

Journal, American of Mathematics. Johns Hopkins University. Vol. III. Nr. 4. Cambridgde, 1880; 4°.

— für praktische Chemie. N. F. Band XXIV. Nr. 17 u. 18. Leipzig, 1881; 8°

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel 25ᵉ année, de publication 3ᵉ série, tome XI, 479ᵉ livraison. Novembre 1881. Paris; 8⁰.

Nature. Vol. XXV. Nr. 627. London, 1881; 8⁰.

Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders. XXII. Jaarlijksch Verslag. Utrecht, 1881; 8⁰.

— meteorologisch Jaarboek voor 1880. 32ᵉʳ Jaargang 1 Decl. Utrecht, 1881; 4⁰.

Observatoire de Moscou: Annales. Vol. VII. 2 livraison. Moscou, 1881; 4⁰.

Osservatorio centrale del real collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II. Vol. I. Nr. 4 — 6. Torino, 1881; 4⁰

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 10—13. Wien, 1881; 8⁰

Società italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata: Archivio per l'Antropologia e la Etnologia. XI. Volume, fascicolo II. Firenze, 1881; 8⁰.

— degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X. Dispensa 6ᵃ—9ᵃ. Roma, 1881; 4⁰.

Société botanique du Grand-Duché de Luxembourg. Recueil des Mémoires et des Travaux. Nro. IV—V. 1877—78. Luxembourg, 1880; 8⁰.

— philomatique de Paris: Bulletin. 7ᵉ série. Tome V. Nro. 3. 1880—81. Paris, 1881; 8⁰.

Society, the geological of London; Catalogue of the Library. London, 1881; 8⁰.

— the royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. I. Part. 5. London, 1881; 8⁰.

— the Cambridge philosophical: Transactions Vol. XIII. Part. I. Cambridge, 1881; 4⁰.

— — Proceedings. Vol. III. Part. 7. (October to December, 1879.) Cambridge, 1880; 8⁰. Vol. III. Part. 8. (February to Mai, 1880). Cambridge, 1880; 8⁰. — Vol. IV. Part. 1. (Michaelmas Term, 1880). Cambridge, 1881; 8⁰.

Stossich, Michele: Prospetto della Fauna del mare Adriatico. Parte III. Trieste, 1880; 8⁰.

Strassburg, Universität: Akademische Schriften pro 1880—81. 84 Stücke 8° u. 4°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1880. Leipzig, 1881; 8°.

— Siebenbürgischer für Naturwissenschaften in Hermannstadt. Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrgang. Hermannstadt, 1881; 8°.

Videnskabs-Selskabet i Christiania: Forhandlingar. Aar 1879 u. 1880. Christiania, 1880—81; 8°.

Woeikof, A. J.: Études sur l'Amplitude diurne de la température et sur l'Influence qu'exerce sur elle la position topographique. Moscou, 1881; 8°.

XXV. SITZUNG VOM 17. NOVEMBER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Die Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt übermittelt ein für die akademische Bibliothek eingelangtes Werk von Herrn Dr. Sauveur: „Végétaux fossiles des terrains houilliers de la Belgique", bestehend aus 69 lithographirten Tafeln, herausgegeben von der Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über mehrstufige Curven- und Flächensysteme."

Herr Prof. Dr. C. Toldt übersendet eine im anatomischen Institute der Universität Prag ausgeführte Arbeit des med. stud. Herrn J. Janošík: „Beitrag zur Kenntniss des Keimwulstes bei Vögeln."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. Zu J. Steiner's: „Über eine Eigenschaft der Krümmungshalbmesser der Kegelschnitte" (Crelle's Journal, Bd. XXX), von Herrn Prof. C. Pelz an der technischen Hochschule in Graz.
2. „Über das verallgemeinerte Legendre'sche Symbol" und
3. „Über algebraische Gleichungen, welche nur reelle Wurzeln besitzen," letztere beiden Abhandlungen von Herrn Prof. L. Gegenbauer an der Universität zu Innsbruck.

Herr Dr. Franz v. Höhnel, Docent an der k. k. technischen Hochschule in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Anatomische Untersuchungen über einige Secretionsorgane der Pflanzen."

Herr Prof. Dr. Karl Exner in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über das Funkeln der Sterne und die Scintillation überhaupt."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome XXVIII, Nr. 3—7. St. Pétersbourg, 1880—81; 4°.

— — Zapiski. XXXVIII. Band, 1. u. 2. Heft. St. Petersburg, 1881; 8°.

— royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Végétaux fossiles des Terrains houillers de la Belgique, Planches par M. le Dr. Sauveur 1848. Bruxelles; 4°.

— royale des Sciences: Öfversigt af Förhandlingar. 38h Årg. N. ris 1—3 & 4—5. Stockholm, 1881; 8°.

— — Sveriges geologiska Undersökning: Beskrifning. Ser. A. Nr. 73—79. Stockholm, 1880—81; 8°. — Ser. C. Nr. 36—44. Stockholm, 1879—80, 8°. — Ser. Ab Nr. 6. Stockholm, 1880; 8°.

— — Geologisk Öfversigts-Karta öfver Skåne med åtföljande Text af N. P. Angelin. Lund, 1877; 8°.

Accademia Pontificia de nuovi Lincei: Atti. Anno XXXIV. Sessione Ia del 19 Dicembre 1880. Roma, 1881; 4°.

— R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIII. 1875—76. Serie seconda. — Vol. V, VI, VII. Roma, 1880; 4°.

— — Atti. Anno CCLXXIX. 1881—82. Serie terza. Transunti. Vol. VI. Fascicolo 1°. 1881. Roma. 1881; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1881. Berlin, 1881; 8°.

— kaiserliche, Leopoldino - Carolinisch - deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII. — Nr. 19—20. October 1881. Halle a. S.; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1881; 8°.

Breslau, Universität: Akademische Schriften pro 1880—81; 41 Stücke 8° u. 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Ausweise über den auswärtigen Handel der österr.-ungar. Monarchie im Jahre 1880. II. Abtheilung, XLI. Jahrgang. Waareneinfuhr. Wien, 1881; 4°. III. Abtheilung. XLI. Jahrgang. Waarenausfuhr. Wien, 1881; 4°.

Certes, M. A.: Sur un procédé de coloration des Infusoires et des éléments anatomiques, pendant la vie. Paris, 1881; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrg. V. Nr. 46. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIII, Nrs. 17 & 18. Paris, 1881; 4°.

Gesellschaft, Astronomische: Vierteljahrsschrift. XVI. Jahrgang. 3. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

— deutsche entomologische: Deutsche entomologische Zeitschrift. XXV. Jahrg. 2. Heft. London, Berlin, Paris, 1881; 8°.

— Schweizerische naturforschende in Brieg: Verhandlungen. LXIII. Jahresversammlung. Jahresbericht 1879—80. Lausanne, 1881; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. November-Heft 1881. Wien, 1881; 8°

Gewerbe-Verein, n. ö.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang, Nr. 42 bis 45. Wien, 1881; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 42—45. Wien, 1881; 4°.

— — Zeitschrift. XXXIII. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1881; 4°.

Jack, J. B.: Die europäischen *Radula*-Arten. 1881; 8°.

Le Paige, M. C.: Sur la Théorie des Formes binaires a plusieurs séries de Variables. Bruxelles, 1881; 8°. — Sur la Theorie des formes trilinéaires. Paris, 1881; 4°. — Sur les formes trilinéaires. Paris, 1881; 4°. — Note sur les courbes du troisième ordre, par Messieurs F. Folie et C. le Paige. Bruxelles, 1881; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. XI. Gotha, 1881; 4°.

Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Série paléontologique. Tome VI. Faune du Calcaire carbonifère de la Belgique. 3e partie. Gasteropodes avec un Atlas — par L. G. de Koninck. Bruxelles, 1881; folio.

Nature. Vol. XXV. Nr. 628. London, 1881; 8°.

Plateau, M. J.: Quelques expériences sur les lames liquides minces. Bruxelles, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Dr. Ph. Carl. XVIII. Band, 1. Heft. München und Leipzig. 1882; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLI. Nr. 9. Supplementary number. London, 1881; 8°.

— the royal of London: Philosophical Transactions for the year 1880. Vol. 171. — Parts 2 & 3. London, 1880—81; 4°. — Vol. 172. — Part 1. London, 1881; 4°. — The royal Society. 30th November, 1880. London; 4°.

— — Proceedings. Vol. XXXI. Nrs. 206—211. London, 1880—81; 8°. — Vol. XXXII. Nrs. 212—214. London, 1881; 8°.

Trois, E. Filippo: Contribuzione allo studio del sistema linfatico dei teleostei. Venezia, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 45 & 46. Wien, 1881; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1881; 8°.

Beitrag zur Kenntniss des Keimwulstes bei Vögeln.

Von J. Janošík, stud. Med.

(Aus der anatomischen Anstalt in Prag.)

(Mit 1 Tafel.)

Remak[1] hat den Keimwulst, welchen er Dotterrinde nennt, ziemlich zutreffend beschrieben. Der Angabe Disse's gegenüber, dass ihn Remak gar nicht kannte, will ich hier einige Citate folgen lassen, aus denen zugleich erhellt, dass auch Reichert der Keimwulst nicht ganz ins Dunkle gehüllt war.

Seite 16: „Die so eben beschriebenen, an der oberen und unteren Fläche der Dotterrinde sichtbaren häutigen Überzüge sind, wie der weitere Verlauf der Entwicklung lehren wird, Membranen von grossen Dotterrindenzellen, deren Zellinhalt aus Dotterkugeln und Fetttröpfchen besteht."

Diesem Satze fügt Remak die Anmerkung bei, es habe schon Reichert behauptet, dass die Dotterrinde aus Zellen besteht, welche allmälig in die Zellen des Drüsenblattes übergehen. In diesen Zellen hat er „junge Generationen von Zellen" gesehen, was Remak nie beobachtet haben will. Auch gibt Remak eine Beschreibung der weiteren Umbildung der Dotterkugeln, indem er vom Zerfall derselben innerhalb der Zellen „mittelst eines Furchungsprocesses" spricht. Während des zweiten Tages ist nach Remak eine festere Begrenzung der Dotterrinde von oben und unten her durch den häutigen Überzug zu Stande gekommen.

Vom Rande des Fruchthofes soll eine allmälige, die ganze Dotterrinde treffende Zerklüftung der Dotterkugeln in eine Anzahl kleinerer stattfinden. Auf Seite 28 sagt er: „nur das unterste Blatt, das Drüsenblatt, zeigt einen continuirlichen Zusammenhang mit

[1] Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere, 1855.

dem peripheren Theile (der Rindenschichte) des Dotters. Es gibt also weder einen absoluten Gegensatz zwischen Embryonalanlage und Dotter, noch auch eine auf alle Organsysteme der ersteren sich erstreckende Verschmelzung mit dem lezteren."

Remak hat also den Keimwulst seinen Bestandtheilen nach besser gekannt, als manche spätere Autoren und hat auch den Erfolg der verdauenden Thätigkeit der Zellen desselben, nämlich den Zerfall eingeschlossener Dotterkugeln in den Zellen gesehen.

Nach His[1] vermehren sich die subgerminalen Fortsätze des oberen Keimblattes und vereinigen sich zu einer mehr oder weniger zusammenhängenden Lage und treiben im weiteren Verlaufe der Bebrütung Sprossen zwischen die „weissen Zellen" des Keimwalles, welche an dessen innerer Grenzfläche eine zusammenhängende Schichte bilden.

„Wir finden also jetzt die weisse Dottermasse des Keimwalles zwischen zwei Schichten archiblastischer Zellen eingeschlossen, welche unter einander durch ein mehr oder minder entwickeltes Zwischengerüst können verbunden sein."

Später soll ein Theil der eingeschlossenen weissen Dotterzellen durch weitgehenden Kernzerfall sich auflösen, bei einem anderen Theile aber durch das Auftreten körnigen Protoplasmas um die Kerne herum die progressive Metamorphose eingeleitet werden. (S. 95.) Auf S. 96 beschreibt er einzelne Elemente des Keimwalles und findet unter anderem weisse Kugeln ohne Protoplasma mit stark lichtbrechenden Kernen und auch freie Kerne.

His findet also zwischen den Zellen, welche vom eigentlichen Keime (Archiblast) abstammen, noch weisse Dotterzellen, welche er vom Parablast ableitet.

Eine eingehendere Beschreibung des Keimwulstes hat Götte[2] gegeben. Er sondert streng das Entoderm und den Keimwulst; er erkennt den Elementen desselben nicht den Charakter von Zellen zu, sondern hält sie für unregelmässige, eckige Stücke, vom Durchmesser der grössten Embryonalzellen, welche durch Spaltung

---

[1] His, Entwicklungsgeschichte des Hühnchens. 1868.

[2] Götte, Beitrag zur Entwicklung der Wirbelthiere. Arch. für mikrosk. Anatomie. Bd. X.

der Dottermasse entstanden sind. (Seite 182.) Ausserdem sollen in dem Keimwulste auch Dotterzellen vorkommen, von denen er das Blut ableitet. Die Zeichnungen Götte's sind wenig geeignet, die Erkenntniss des Keimwulstes zu fördern. Seine Angaben hat Kölliker[1] widerlegt und eine zutreffende Beschreibung des Keimwulstes gegeben. Kölliker betrachtet denselben als eine Verdickung des Entoderm an der Peripherie, welche stets nach unten zu und auch am Rande gegen den weissen Dotter scharf abgegrenzt ist und sich ebenso weit erstreckt wie das Ektoderm.

Der Zusammensetzung nach soll der Keimwulst wesentlich aus runden, kernhaltigen Zellen bestehen, welche von gleichmässig grossen, runden Körnern erfüllt sind, wie sich solche in allen Elementen des Entoderms vor der Bebrütung vorfinden. Elemente des weissen Dotters sollen in ihm nie vorkommen, sondern nur eine wechselnde Menge schon von Remak beschriebener grösserer Furchungskugeln. So ist es im eben gelegten Ei. Bei weiterer Entwicklung sind die Elemente des Keimwulstes zu jeder Zeit deutliche kernhaltige Zellen. Eine Umwachsung oder Durchwachsung der Elemente des weissen Dotters durch diese Zellen findet nicht statt, sondern es sind beide Theile stets gut von einander geschieden. Der Anschein einer Vermengung beider Theile soll dadurch herbeigeführt worden sein, dass die Zellen grössere Körner und Kugeln in sich enthalten, welche den dunklen Kugeln des weissen Dotters gleichen, welche aber nichts anderes sind, als Producte einer energischen Stoffaufnahme durch diese Zellen. Dass diese Elemente etwas anderes sind als weisser Dotter schliesst er aus der Reaction mit Essigsäure.

Weiter bemerkt Kölliker: „Physiologisch sind die Zellen des Keimwulstes übrigens wohl ebenso beachtenswerth, wie anatomisch, indem sie offenbar die resorbirenden Zellen des Blastoderma darstellen.“

Rauber[2] untersuchte den Keimwulst bei Huhn, Ente und Taube und empfiehlt das Huhn als am meisten geeignetes Object.

---

[1] Kölliker, Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei. Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft, Bd. VIII, 1875 und Entwicklungsgeschichte, II. Auflage. 1879.

[2] Rauber, Stellung des Hühnchens. 1776.

Er behandelt ihn vorwiegend vom morphologischen Standpunkte aus, beschreibt aber auch dessen elementare Zusammensetzung und schreibt ihm eine hohe physiologische Bedeutung zu. Seite 16 sagt er: „Der fertige Theil stellt eine kernhaltige Protoplasmamasse mit anfangs wenig geschiedenen Zellgrenzen dar, in deren Innerem Elemente des weissen Dotters eingeschlossen sind.“

Seine Abbildungen stimmen mit den von mir gegebenen im Wesentlichen überein.

Disse[1] bestreitet die Existenz von Dotterzellen in dem Keimwulste und beschreibt denselben als nicht scharf gegen den Dotter abgegrenzt, indem „die unterste Zellenlage durch zwischengeschobene Körnerkugeln gelockert sein kann“. Bei der weiteren Entwicklung soll sich der Keimwulst in zwei Zonen differenziren, eine proximale compactere und eine distale lockere. Zwischen die Zellen dieser lockeren Zone sollen sich Dotterelemente hineindrängen und zum Theile auch Zellen aus dieser in den Dotter hineinwachsen. Ich habe eine solche Differenzirung nicht beobachtet.

Balfour[2] sagt von dem Keimwalle aus, dass er hauptsächlich aus Dotterkörnchen bestehe mit zahlreichen Kernen und einer ziemlichen Anzahl von dazwischen eingebetteten ansehnlich grossen Zellen. Was die ausführlichere Beschreibung und Deutung des Keimwalles anbelangt, verweise ich auf die citirte Stelle.

Aus der vorstehenden Zusammenstellung der einschlägigen Literatur ist ersichtlich, dass die Anschauungen über die Beschaffenheit und Bedeutung des Keimwulstes noch sehr weit auseinander gehen und einer Klärung dringend bedürfen. In der Hoffnung Einiges dazu beitragen zu können, will ich hier einige Stadien aus der Entwicklung des Keimwulstes beschreiben und zwar von Huhn und Taube. Letztere scheint mir ein viel günstigeres Object zu sein als ersteres. Die Blastodermen waren auf folgende Weise conservirt. In einem Uhrgläschen von mittlerer Grösse setzte ich zu 0·25 Perc. Chromsäure 10 Tropfen von 0·5 Perc. Überosmiumsäure. In diesem Gemisch wurde das Blastoderma vier Stunden belassen und dann mit Alkohol von 50 Perc, langsam

[1] Disse, Entwicklung des Mesoderms im Hühnerei. Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. XV.

[2] Balfour, Vergleichende Embryologie, Bd. II, 1881.

steigend sorgfältig behandelt, mit Pikrocarmin gefärbt, und dann in einem Gemisch von Wachs und Olivenöl geschnitten.

Das Alter der Blastodermen will ich überall durch die Entwicklung der wichtigsten Gebilde bezeichnen, da mir die Angaben der Dauer der Bebrütung nicht zuverlässig und die Massangaben nicht zutreffend scheinen. Ich habe im Sommer das Legen des Eies bei Hühnern abgewartet und genau die Zeit bestimmt, die Bebrütung unter der Henne vorgenommen, habe aber nach gleich langer Dauer der Bebrütung die Keimscheiben auf verschiedenen Entwicklungsstufen vorgefunden. Die Massangaben wären zwar schon zuverlässiger, allein die Bezeichnung der Entwicklungsstufe der wichtigsten Gebilde scheint mir den Vortheil zu haben, dass man sofort das ganze Bild der Keimscheibe oder des Embryo vor Augen hat.

Wenn der Primitivstreif noch nicht entwickelt, sondern nur die erste Andeutung desselben zu erkennen ist, erscheint der Keimwulst in den Partien vor dieser Andeutung, also in seiner vorderen Hälfte vom Dotter scharf abgegrenzt, seine Zellen im Wesentlichen von jenen der unteren Keimschichte nicht differirend. Sie zeigen deutlich den Kern, welcher sich mit Carmin intensiv färbt und enthalten eine grosse Anzahl von kleinen Dotterkügelchen. Solche kommen auch überall in den Ektodermzellen vor. An Schnitten näher dem Schwanzende, welche den angedeuteten Primitivstreif getroffen haben, sieht man einige Zellen des der Area pellucida näher liegenden Theiles in den Dotter hineingewachsen; nach der Peripherie aber ist der Keimwulst ganz von dem Dotter getrennt. An den Stellen, wo Kerne zwischen den Dotterkugeln sich vorfinden, sind diese in rapidem Zerfall begriffen, so dass man die Contouren der Zellen, welche durch diese Dotterkügelchen verdeckt sind, nicht zu erkennen vermochte und die Kerne leicht für frei im Dotter gebildet, imponiren konnten. Sie liegen aber stets den Zellen der unteren Keimschichte an, wie es auch Balfour bei Selachiern zeichnet, und ich halte von denselben bei Vögeln, dass sie aus jenen durch Theilung entstanden sind. Die Kerne sind stark lichtbrechend und färben sich mit Carmin intensiv roth. Dieses scheint mir auf die schnellen Theilungsvorgänge zurückzuführen sein. (Fig. 1.)

Bei etwas weiter vorgeschrittenem Stadium, in welchem der Primitivstreif und die Primitivrinne gebildet und die Entodermzellen im Bereiche der Area pellucida mit Ausnahme des unter der Primitivrinne gelegenen, mit dem Mesoderm verwachsenen Theiles, spindelförmig geworden sind, sieht man die Zellen des Keimwulstes tiefer in den Dotter hineinragen und man ist auch im Stande die Contouren der einzelnen Zellen deutlich zu unterscheiden. Die Kerne sind theils stark lichtbrechend ohne Kernkörperchen und färben sich intensiv, theils grösser mit Kernkörperchen versehen und fein granulirt; dazwischen finden sich andere, welche als Zwischenstufen zwischen beiden gedeutet werden können. Alle Blastodermzellen aus diesem Stadium enthielten noch reichlich Dotterkügelchen. Die in den Zellen des Keimwulstes enthaltenen Dotterkugeln sieht man in verschiedenem Grade des Zerfalls. (Fig. 4.)

Wenn die Chorda und die Kopffalte einmal ausgebildet ist, so sieht man die Zellen des Entoderms, welche in der Mitte eine mehr cubische Gestalt haben und von den Mesodermzellen schwer zu unterscheiden sind, etwas abseits von der Mitte eine spindelförmige Gestalt annehmen. Je näher der Grenze der Area pellucida, desto mehr nähern sie sich der cubischen Form, bis sie in der nächsten Nachbarschaft des Keimwulstes, welcher in diesem Stadium seine grösste Entwicklung in die Tiefe gegen den Dotter zeigt, ganz cylindrisch werden. Die Zellen des Keimwulstes sind gross, mehr oder weniger reich an Protoplasma, dessen grössere Masse stets um die Kerne angesammelt ist und nach allen Richtungen pseudopodienartige Ausläufer sendet, welche sich mannigfach untereinander verflechten. Diese Zellen schliessen in jenem Theile, welcher der Area pellucida anliegt, weisse, in verschiedenem Grade des Zerfalls befindliche Dotterkugeln ein, während sie in dem mehr peripher liegenden Theile die Elemente des gelben Dotters enthalten. Die äusserste Partie liegt dem Dotter nur an. Es musste sich zunächst der Verdacht aufdrängen, dass dieses Netzwerk, welches die Zellen mit einander bilden, vielleicht in Folge der Härtung entstanden sein mochte und im lebenden Zustande nicht vorhanden sei. Dass es aber auch im lebenden Zustande als solches vorhanden ist, dafür scheint mir das Factum zu sprechen, dass im Bereiche der Area opaca, beim Ablösen des

Blastoderma vom Dotter, letzterer stets in grosser Menge dem ersteren anhaftet und sehr schwer zu entfernen ist. Dieses Festhaften des Dotters an dem Blastoderma kommt besonders in diesem Entwicklungsstadium vor; in jüngeren und älteren Stadien ist es nicht mehr so schwierig, den anhaftenden Dotter von der Keimscheibe zu entfernen.

Während der weiteren Entwicklung wird der Keimwulst immer schmächtiger, verlängert sich aber, die Grenzen des Mesoderm stets überschreitend, und reicht so weit wie das Ektoderm. Ob aus ihm Material zur Bildung des Entoderms und und Mesoderms schon in seiner frühen Anlage genommen wird, kann ich nicht entscheiden. Nur möchte ich bemerken, dass man im Entoderm und Mesoderm reichliche Zelltheilungen vorfindet, und dass so der Gedanke nahe liegt, dass der Keimwulst sich nicht direct durch Auswandern seiner Zellen an der Bildung des Entoderm betheiligt, ebenso wenig wie an der des Mesoderm, ausgenommen den peripheren Theil des letzteren, für den ich die Angabe Disse's bestätigt finde. Es lassen sich nämlich discrete, von dem übrigen Mesoderm getrennte Inseln von Zellen nachweisen, welche zur Blut- und Gefässbildung in innigster Beziehung stehen.

Die Function des Keimwulstes scheint mir im Wesentlichen in der Zufuhr von Nahrung zum Blastoderma zu bestehen, wie dies Kölliker hervorhebt und Remak schon vermuthet haben mochte.

Den Vorgang hiebei stelle ich mir so vor, dass durch die Keimwulstzellen die Dotterkugeln aufgenommen werden, in ihnen zerfallen und zersezt werden, und dass dann die Producte wenigstens theilweise durch active Bewegung des Protoplasmas in das Blastoderma transportirt werden. Diese Producte scheinen in jungen Stadien noch Kügelchen des umgebildeten Dotters, in älteren nur flüssige Bestandtheile zu sein, da man in den Blastodermzellen keine Dotterkügelchen mehr vorfindet.

Im Stadium, wo Chorda und Kopffalte ausgebildet sind, zeigen die Kerne der Keimwulstzellen eine grosse Mannigfaltigkeit und gerade die nähere Betrachtung dieser lenkte meine Aufmerksamkeit auf die Dotterelemente, welche in den Zellen desselben enthalten sind. Wenn Kölliker, auf die Reaction mittelst der Essigsäure gestützt, behauptet, dass im Keimwulste keine Elemente

des weissen Dotters vorhanden seien, möchte ich doch dagegen Bedenken äussern. Dass die Reaction nicht dieselbe ist wie bei noch freien Kugeln, könnte davon herrühren, dass der Dotter, wenn er einmal in die Zelle aufgenommen wird, seine chemische Beschaffenheit verändert hätte. Hingegen färben sich diese Kugeln mit Überosmiumsäure, wenn auch manchmal etwas schwächer, sonst ganz wie freie Kugeln. Weiters sieht man in einigen Zellen noch wohl erhaltene und gut erkennbare weisse Dotterkugeln und man kann alle Stufen des Zerfalles derselben bis zu kleinen Kügelchen beobachten. Dazu kommt noch, dass man auch den gelben Dotter als Inhalt der Zellen sehen kann.

Dass die Dotterkugeln wirklich den Inhalt der Zellen ausmachen, und hier nicht eine Durchwachsung (His, l. c., welcher die Dotterkugeln Dotterzellen nennt) oder ein Hineindrängen derselben zwischen die Zellen (Disse) stattfindet, beweist das Verhalten der Entodermzellen, welche in jungen Stadien dieselbe Structur zeigen und bezüglich derer kein Zweifel übrig bleibt, dass die Dotterkügelchen den Zellinhalt ausmachen. (Fig. 2.) Damit finde ich die Angabe Rauber's (l. c.) bestätigt.

Dass dieser Zerfall der weissen Dotterkugeln kein Kunstproduct ist, durch die Manipulation mit dem Blastoderma zu Stande gebracht, zeigen schon Remak's Beobachtungen.

Disse sagt sogar, dass der weisse Dotter in den gelben Nahrungsdotter auch in diesen Stadien direct übergeht, und dass man alle Übergangsstufen dieser Umwandlung sehen kann. Dieses soll nach ihm durch die Wärme bedingt werden. Dieser Ansicht von Disse muss ich widersprechen, da ich meines Erachtens in diesen vorgeschritteneren Stadien zu unterscheiden im Stande bin, was ein Zerfallsproduct des weissen Dotters und was gelber Dotter ist. Ersterer erweist sich stets als eine aus kleinsten Kügelchen bestehende Masse, wogegen letzterer sich durchwegs als eine fein punktirte Masse präsentirt.

Der Zerfall der weissen Dotterkugeln scheint mir Hand in Hand mit einer eigenthümlichen Ausbildung der Kerne der Keimwulstzellen einherzugehen. Man sieht hier nämlich Kerne, welche klein und homogen sind, keine Kernkörperchen zeigen, ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen und mit Carmin sich intensiv färben, also ganz so aussehen wie die Kerne des

erst beschriebenen Stadiums. In den Zellen, welche solche Kerne besitzen, scheint der Dotter weniger zerfallen zu sein, wie in anderen; sie imponiren für ganz junge Zellen. Ausserdem sieht man grössere Kerne mit Kernkörperchen, welche sich weniger stark färben und granulirtes Aussehen besitzen; ihnen entsprechend sind auch die Zellen mehr ausgebildet, enthalten reichliches Protoplasma und die Dotterkugeln in denselben zeigen einen weiter gehenden Zerfall. So gehen die Abstufungen bis zu Zellen, welche Kerne von fast zweifacher Grösse jener der Ektodermzellen aufweisen, mehrere Kernkörperchen enthalten und auch vielfach schon in Theilung begriffen sind. In solchen Zellen ist auch der Inhalt, die Dotterkugeln, in eine körnige Masse zerfallen. In diesem Stadium findet man aber auch ganz junge Zellen oder erst in Theilung befindliche, deren Kerne nicht mehr homogen sind. Bei älteren Stadien besteht keine Differenz mehr zwischen den Kernen der jungen und der älteren Zellen ausser die Grösse; alle färben sich gleich.

Was den mehr peripher gelegenen Theil des Keimwulstes anbelangt, so will ich nur bemerken, dass bei dem zuerst beschriebenen Stadium nur jene Zellen des Entoderms gegen den Dotter hin eine Proliferation zeigten, welche in nächster Nähe der Area pellucida sich befanden; weiter nach der Peripherie aber war das Entoderm stets scharf vom Dotter gesondert und bis an die äusserste Grenze in innigstem Contact mit dem Ektoderm. Die Abgrenzung gegen den Dotter ist so scharf, dass man an das Vorhandensein einer Grenzmembran denken könnte, wofür sich aber weiter kein Anhaltspunkt findet; auch Balfour[1] stellt eine solche für die Elasmobranchier in Abrede. An dieser Grenze sieht man dort, wo ein innigerer Contact zwischen dem Entoderm und dem Dotter besteht, grosse, unregelmässig geformte, ganz homogene, stark lichtbrechende Körper, welche eine äusserst intensive Färbung annehmen, ähnlich wie solche Balfour (l. c.) beschrieben und abgebildet hat.

Ich sehe sie immer in Zusammenhang mit den Hypoblastzellen und halte sie für grosse Kerne, welche durch mehrfache Theilung mehreren neuen Kernen den Ursprung geben. (Fig. 3.)

---

[1] Balfour, Elasmobranch fishes. London 1878.

In älteren Stadien habe ich solche Körper nicht gesehen. Bei ihnen besteht keine scharfe Abgrenzung des Keimwulstes von dem Dotter; das Auslaufen mit dem Ektoderm bleibt dasselbe, wie es auch Rauber hervorhebt.

Ich will nun noch einige Beobachtungen beifügen, welche bei verschiedenen Thierclassen gemacht worden sind, und welche mir mit den gegebenen Thatsachen im innigsten Zusammenhange zu stehen scheinen.

Für die Elasmobranchier beschreibt Balfour (l. c.) ein protoplasmatisches Netzwerk, zu welchem frei im Dotter entstandene Kerne in gewissen Beziehungen stehen. Um die Kerne sammelt sich Protoplasma an und die so entstandenen Zellen treten in das Blastoderma ein. (S. 53.) Die erwähnten Kerne sollen viel grösser sein als jene der Entodermzellen und daraus folgert Balfour, dass sie nicht vielleicht zufällig abgelöst und in den Dotter gelangt sind. Wenn die Darmrinne gebildet ist, so ragen in der vorderen Partie derselben von den Seiten her, dem Dotter anliegend zwei Leisten von Zellen vor, welche die Abgrenzung der Darmrinne gegen den Dotter zu bilden helfen. Diese Zellen sollen jene frei im Dotter entstandenen sein. (S. 51 und 88.)

Es wären das also Zellen, welche von einer gewissen Bedeutung für die Ernährung des Blastoderma sind und sich auch im innigsten Zusammenhange mit den Entodermzellen befinden; ein ähnliches Verhalten also, wie jenes der Keimwulstzellen bei Vögeln, nur dass diese eine andere Herkunft haben. Es werden wohl diese Keimwulstzellen auch als frei entstanden beschrieben, ich kann das aber nicht bestätigen.

Götte[1] sagt: „Jedenfalls entsteht an seiner Oberfläche (nämlich des Dotters des Hühnereies) durch freie Zellbildung die Haut, welche im Anschlusse an den verdickten Keimrand den Dotter umwächst.“

His[2] spricht auf Seite 169 von Zellbildungen innerhalb des weissen Dotters und beruft sich auf eine Anzahl von Beobachter der letzten Jahre, welche bei Knochenfischen und Selachiern

---

[1] Götte, Centralblatt für med. Wissensch. 1869, pag. 404.

[2] His, Untersuchungen über die Bildung des Hühnerembryo. I. Arch. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1878.

Zellen ausserhalb des durchfurchten Keimes entstanden, beschreiben. Ich habe alle Zellen, welche sich im Dotter vorfanden, immer im Zusammenhange mit den Entodermzellen gesehen und rechne dieselben, wie auch Kölliker, dem Entoderm zu und betrachte sie nur als Verdauungszellen des Entoderms, etwa von analoger Bedeutung für den Embryo, wie es bei manchen Wirbellosen für erwachsene Individuen nachgewiesen worden ist.

Wie bei Elasmobranchiern soll sich die Sache auch bei Amphibien verhalten.

Bei Knochenfischen sind von Lereboullet[1] und Kupffer[2] im Dotter frei auftretende Kerne beschrieben worden, welche verschiedene Deutung erfahren haben. Neuestens erklärt sie Hoffmann[3] für provisorisches Blut des Embryo; sie sollen nach ihm aus dem Theile des Keimes entstehen, welcher undurchfurcht geblieben ist.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir erlauben, zu bemerken, dass ich bei einigen Arten von Knochenfischen, und zwar *Crenilabrus rostr.*, *Cren. pavo* und *Tinca vulg.*, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, keine freien Kerne vorgefunden habe. Wohl habe ich Kerne gesehen, welche nach den Angaben Kupffer's u. A. am Rande des Blastoderma sichtbar sind, bald aber durch das Nachwachsen desselben verdeckt werden; diese befinden sich aber in Zellen und stammen sicher von den Zellen des gefurchten Keimes ab. Fig. 9—11 sollen diesen Vorgang veranschaulichen.

Balfour sagt im zweiten Bande seiner vergleich. Embryologie (deutsch von Vetter, S. 62): „......man nimmt gewöhnlich an, sie entständen spontan, obgleich dies noch zweifelhaft ist.“ Auch in früheren Furchungsstadien, als die hier abgebildeten, habe ich nichts von solchen freien Kernen gefunden.

In auffallender Analogie mit diesen Erscheinungen bei Wirbelthieren scheinen mir gewisse, in den letzten Jahren von

---

[1] Lereboullet, (nach Citaten von Kupffer, Götte und His) Embryol. comp. Ann. sc. nat. IV. Ser. zool. T. XX, 1863.

[2] Kupffer, Beobacht. über Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikroskop. Anat. IV.

[3] Hoffmann, Zool. Anzeiger 1880, pag. 607 – 629.

verschiedenen Forschern beobachtete und beschriebene Verhältnisse an Wirbellosen zu stehen.

In einem Entwicklungsstadium von *Astacus* zeichnet Balfour (l. c. S. 483) nach Reichenbach Entodermzellen, welche in sich durch pseudopodienartige Ausläufer Dotterkugeln aufnehmen und dasselbe gilt, wie ich glaube, auch für die Vögel.

Nach Ray-Lankester[1] soll der erste Beobachter einer intracellularen Verdauung bei anderen Thieren als Protozoen Allman gewesen sein. (Philos. Transact. Vol. 165, 1875.)

Bei Spongilla hat Lieberkühn Ähnliches bereits im Jahre 1857 (Müller's Arch.) beschrieben.

Jeffery Parker[2] beschreibt Zellen amöboiden Charakters im Entoderm von Hydra, in denen er feste Nahrungspartikelchen vorgefunden hat.

Metschnikoff[3] hat eine Bemerkung von der Aufnahme solider Nahrungspartikeln durch die Zellen des Verdauungscanals bei gewissen Planarien gemacht und eine ähnliche Beobachtung bei Spongien[4] veröffentlicht. Ein ähnliches Verhalten beschreibt er von gewissen Entodermzellen bei Hydroidpolypen und Medusen.[5] Er bediente sich bei diesen Untersuchungen gepulverten Carmins, welches er dann von den Entodermzellen aufgenommen fand.

Ray-Lankester (l. c.) bemerkt ganz richtig, dass die Versuche von Metschnikoff nicht die Verdauungsthätigkeit der Zellen beweisen, da auch die farblosen Blutkörperchen der Säugethiere feste Partikelchen in sich aufnehmen. Er theilt hingegen seine Beobachtungen an einer neu entdeckten Süsswassermeduse mit, welche, da sie vollkommen durchsichtig ist, die Untersuchung schon während des Lebens anzustellen gestattete; nachträglich wurde sie in Überosmiumsäure gehärtet und an Schnitten untersucht. Er gibt nun an, dass die intracellular verdauenden Zellen, wie auch Metschnikoff bei einigen Coelen-

---

[1] Ray-Lankester, On the intracell. Digestion and Entod. of Limnocodium. Quart. Journ. of microsc. sc. Jannuary 1881.

[2] Jeffery Parker, (cit. Lankester) Proc. of the royal soc. 1880 und Quart. journ. of microsc. sc. 1880.

[3] Metschnikoff: Zoolog. Anzeiger, 1878.

[4] „ Zeitschr. f. wissensch. Zoolog.. 1879.

[5] „ Zoolog. Anzeiger, 1880.


1.
Kw
3a.
ec
en
3b.
ec.
en
6.
3c.
ec
a
en
8.
10.
wd
Kw
d

verschiedenen Forschern beobachtete und beschriebene Verhältnisse an Wirbellosen zu stehen.

In einem Entwicklungsstadium von *Astacus* zeichnet Balfour (l. c. S. 483) nach Reichenbach Entodermzellen, welche in sich durch pseudopodienartige Ausläufer Dotterkugeln aufnehmen und dasselbe gilt, wie ich glaube, auch für die Vögel.

Nach Ray-Lankester[1] soll der erste Beobachter einer intracellularen Verdauung bei anderen Thieren als Protozoen Allman gewesen sein. (Philos. Transact. Vol. 165, 1875.)

Bei Spongilla hat Lieberkühn Ähnliches bereits im Jahre 1857 (Müller's Arch.) beschrieben.

Jeffery Parker[2] beschreibt Zellen amöboiden Charakters im Entoderm von Hydra, in denen er feste Nahrungspartikelchen vorgefunden hat.

Metschnikoff[3] hat eine Bemerkung von der Aufnahme solider Nahrungspartikeln durch die Zellen des Verdauungscanals bei gewissen Planarien gemacht und eine ähnliche Beobachtung bei Spongien[4] veröffentlicht. Ein ähnliches Verhalten beschreibt er von gewissen Entodermzellen bei Hydroidpolypen und Medusen.[5] Er bediente sich bei diesen Untersuchungeu gepulverten Carmins, welches er dann von den Entodermzellen aufgenommen fand.

Ray-Lankester (l. c.) bemerkt ganz richtig, dass die Versuche von Metschnikoff nicht die Verdauungsthätigkeit der Zellen beweisen, da auch die farblosen Blutkörperchen der Säugethiere feste Partikelchen in sich aufnehmen. Er theilt hingegen seine Beobachtungen an einer neu entdeckten Süsswassermeduse mit, welche, da sie vollkommen durchsichtig ist, die Untersuchung schon während des Lebens anzustellen gestattete; nachträglich wurde sie in Überosmiumsäure gehärtet und an Schnitten untersucht. Er gibt nun an, dass die intracellular verdauenden Zellen, wie auch Metschnikoff bei einigen Coelen-

---

[1] Ray-Lankester, On the intracell. Digestion and Entod. of Limnocodium. Quart. Journ. of microsc. sc. Jannuary 1881.

[2] Jeffery Parker, (cit. Lankester) Proc. of the royal soc. 1880 und Quart. journ. of microsc. sc. 1880.

[3] Metschnikoff: Zoolog. Anzeiger, 1878.

[4] „ Zeitschr. f. wissensch. Zoolog.. 1879.

[5] „ Zoolog. Anzeiger, 1880.



teraten gezeigt hat, auch hier beschränkt sind in Zahl und Lage.

Die Verdauung durch die Zellen kam so zu Stande, dass pseudopodienartige Fortsätze das Nahrungspartikelchen umschlossen, wobei die Partikelchen in verschiedenem Grade des Zerfalls beobachtet werden konnten. Die ganze Anordnung der Zellen beschreibt er als protoplasmatisches Zellennetzwerk. Die Verdauung sollen nur die Zellen der Proximalregion bewerkstelligen; andere Zellen der Gastralhöhle (gastric tub) sind theils secernirende, theils inactive.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen sollen als Beleg dienen, dass der Keimwulst bei Vögelblastodermen ein integrirender Theil des Entoderm ist, und dass er somit vom morphologischen Standpunkte nur im Zusammenhange mit diesem beurtheilt werden darf. Der Hinweis auf analoge Verhältnisse bei anderen Thierclassen dürfte dazu beitragen, die functionelle Bedeutung desselben zu klären und sicherzustellen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die ersten Anfänge der Proliferation von Entodermzellen in den darunter liegenden Dotter. Die Zellgrenzen sind durch den zerfallenen Dotter ganz verdeckt. Die Abgrenzung zwischen Dotter und Entoderm hört an dieser Stelle auf, weiter peripher ist sie sichtbar. Die Kerne zeigen an dieser Stelle vielfach auf rasche Theilungsvorgänge hin. Das Präparat ist von einem Taubenblastoderm an dem der Primitivstreif nur angedeutet war.

„ 2. Entodermzellen von demselben Stadium, reichlich Dotterkügelchen enthaltend.

„ 3. Grosse, homogene, intensiv sich färbende und stark das Licht brechende Körper an der Grenze des Entoderm und des Dotters. 3*a* und 3*b* sind hinter einander folgende Schnitte und die zwei Kerne in 3*a* sind sicher nur Theile des grossen in 3*b*. In 3*c* bei *a* sieht man das Protoplasma einer Zelle eine Dotterkugel umschliessen.

Fig. 4. Hühnerblastoderm, an welchem der Primitivstreif und die Primitivrinne entwickelt war. An Stellen, wo die Kerne reichlicher sind, sieht man auch den Dotter stark zerfallen.

„ 5. Taube. Zeigt den Übergang des Entoderms in den Keimwulst. Entwickelt war die Chorda und die Kopffalte.

„ 6. Taube. Dasselbe Entwicklungsstadium. Zeigt bei starker Vergrösserung die Keimwulstzellen mit verschieden beschaffenen Kerne und den damit einhergehenden Zerfall der Dotterkugeln.

„ 7. Eine Zelle für sich von demselben Blastoderm wie Fig. 6 als Ergänzung zu dieser.

„ 8. Hühnerblastoderm desselben Stadiums wie Fig. 6. Der mehr peripher gelegene Theil des Keimwulstes, wo die Zellen auch den gelben Dotter eingeschlossen enthalten.

„ 9. Durchschnitt durch das Ei von *Crenilabrus rostratus* aus jenem Stadium, wo der Keim die Linsenform bereits angenommen hat. Die peripheren Zellen hängen mit jenen der Deckschichte zusammen und erscheinen wie eine Fortsetzung derselben.

„ 10. Rand desselben Schnittes, stärker vergrössert

„ 11. Schnitt des Eies vom *Crenilabr. rostr.*, an welchem der Umschlag des Blastodermarandes bereits weit vorgeschritten ist.

Bezeichnungen: ek = Ektoderm; en = Entoderm; d = Dotter; wd = weisser Dotter; gd = gelber Dotter; kw = Keimwulst; dk = Deckschichte.

Fig. 1, 5 sind mit Hartnack Obj. 8 Oc. 3 gezeichnet, Fig. 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10 mit Seibert, Obj. VII. Immers. Oc. o, Fig. 9, 11 mit Hartnack Obj. 7. Oc. 3.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIV. Band. V. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXVI. SITZUNG VOM 1. DECEMBER 1881.

Die officielle Nachricht von dem am 21. November erfolgten Ableben des wirklichen Mitgliedes Herrn Dr. Ami Boué in Wien wurde bereits in der Gesammtsitzung der Akademie vom 24. d. M. zur Kenntniss genommen und der Theilnahme an diesem Verluste Ausdruck gegeben.

Die Direction der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Wien übermittelt der Akademie eine aus Anlass des fünfzigjährigen Bestandes dieser Gesellschaft gedruckte Denkschrift.

Herr Director Dr. A. B. Meyer in Dresden übersendet ein Exemplar seiner zur sechzigjährigen Geburtsfeier Rudolf Virchow's als Gratulationsschrift gedruckten Abhandlung: „Über künstlich deformirte Schädel von Borneo und Mindanáo im königl. anthropologischen Museum zu Dresden nebst Bemerkungen über die Verbreitung der Sitte der künstlichen Schädel-Deformirung."

Die Manz'sche k. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien übermittelt im Auftrage der Herren Verfasser Ministerialrath Dr. F. C. Schneider und Prof. Dr. Aug. Vogl das eben erschienene Druckwerk: Commentar zur österreichischen Pharmacopoe. Bd. I. „Arzneikörper aus den drei Naturreichen in pharmacognostischer Hinsicht." — Bd. II. „Chemische und pharmaceutische Präparate." — Bd. III. „Text der neuen Pharmacopoe in deutscher Übersetzung."

Das c. M. Herr Prof. Dr. R. Maly in Graz übersendet eine in seinem Laboratorium von dem Assistenten Herrn Rud. Andreasch ausgeführte Arbeit: „Über weitere Fälle von Synthesen der Sulfhydantoïne mittelst Thioglycolsäure."

Herr Prof. Dr. W. F. Loebisch übersendet zwei von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Arthur Looss im Laboratorium für angewendete medicinische Chemie an der Universität zu Innsbruck ausgeführte Arbeiten:

I. „Über die Einwirkung von Kohlenoxydgas auf Mononatrium-Glycerat."

II. „Darstellung des Dinatriumglycerates."

Herr S. Kantor, Privatdocent an der deutschen technischen Hochschule zu Prag, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Configurationen $(3, 3)_{10}$."

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Das Bewegungsvermögen der Pollenschläuche und Pollenpflänzchen", von Herrn Prof. Ant. Tomaschek an der technischen Hochschule in Brünn.
2. „Ein neuer Satz aus der Theorie der Determinanten", von Herrn Dr. Ant. Puchta, Privatdocent an der deutschen technischen Hochschule in Prag.

Das w. M. Herr Hofrath Dr. A. Winckler überreicht eine Abhandlung: „Über die transcendenten Integrale von Differentialgleichungen erster Ordnung mit Coëfficienten zweiten Grades."

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über die monatlichen und jährlichen Temperaturschwankungen in Österreich-Ungarn."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale Suedoise des Sciences de Stockholm. Handlingar. N. F. XIV. Band, 2. Heft, 1876. Stockholm, 1877; 4°. XV. Band, 1877. Stockholm, 1877—79; 4°. — XVI. Band 1878. Stockholm, 1878—79; 4° — XVII. Band, 1879. Stockholm, 1880—81; 4°. — Florideernes Morphologi af J. G. Agardh Atlas zum XV. Bande. Stockholm, 1879; 4°.

— — Bihang. IV. Band, 1. u. 2. Heft. Stockholm, 1877—78; 8°. V. Band, 1. u. 2. Heft. Stockholm, 1878—80; 8°.

— — Öfersigt. Arg. 34—37. Stockholm; 8°.

— — Meteorologiska Jagttagelser. Vol. XVII, 1875. Stockholm, 1878; 4. — Vol. XVIII, 1876. Stockholm, 1879; 4°. — Vol. XIX. 1877. Stockholm, 1881; 4°.

Académie royale Suedoise des Sciences de Stockholm. Lefnadsteckningar. Band II, Häfte 1. Stockholm, 1878; 8°.

— — Minnesteckning öfver Christopher. Carlander of Prof. Carl Santesson. Stockholm, 1877; 8°. — Minnesteckning öfver Pehr af Bjerkén af P. H. Malmsten. Stockholm, 1878; 8°. — Minnesord öfver Carl von Linné af P. H. Malmsten. Stockholm, 1878; 8°. — Minnesteckning öfver Carl Jacob Sundevall af J. E. Areschoug. Stockholm, 1879; 8. — Minnesteckning öfver Jonas Hallenberg af Bror Emil Hildebrand. Stockholm, 1880; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. Juli und August 1881. Berlin, 1881; 8°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents, 1re Année, 6e série 10e cahier Octobre 1881, Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 33. Wien, 1881; 8°.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVII. Theil, 2. Heft Leipzig, 1881; 8°.

Ateneo di Brescia: Commentari, per l'anno 1881. Brescia, 1881; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome VI. Nos. 9 & 10. 15 September et 15 Octobre 1881. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°.

Central-Commission, k. k. zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. N. F. VII. Band, 4. (Schluss-) Heft. Wien, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V., Nr. 47 u. 48. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nr. 19 et 20 Paris, 1881; 4°.

Drasche, A.: Dr. Škoda. Wien, 1881; 8°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. II. Jahrgang 1881. XI. Heft November. Berlin, 1881; 4.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 16. Berlin, 1881; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen Band XXIV (N. F. XIV). Nr. 10. Wien, 1881; 8°.

Gesellschaft, naturwissenschaftliche Isis in Dresden; Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrgang 1881. Januar bis Juni. Dresden 1881; 8⁰.

— schlesische für vaterländische Cultur; LVIII. Jahresbericht im Jahre 1880. Breslau, 1881; 8⁰.

— russische physikalisch-chemische: Journal. Tome XII. St. Petersburg 1880; 8⁰. Tome XIII, 1.—7. Lieferung. St. Petersburg, 1881; 8⁰.

Institute, the anthropological of Great Britain and Ireland: The Journal. Vol. X No. 4. London, 1881; 8⁰.

Journal, the American of Science Vol. XXII. Nos. 130 et 131. 3d series. (Whole Number CXXII.) New-Haven, 1881; 8⁰. Loubât, J. F: The medallic history of the United States of America 1776—1876. Vol. I. Test, Vol. II. Plates. Washington, 1878; Folio.

Militär-Comité, technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1881. X. Heft. Wien, 1881; 8⁰.

Nature. Vol. XXV, Nos. 630. London, 1881; 8⁰.

République Argentine: Atlas de la Description physique. 1re Section. Vues pitoresques. XIV Tableaux en grand in folio royal. Buenos Aires, Paris, Halle, 1879.

Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa: Atti. Memorie. Vol. 5. fasc. 1⁰. Pisa, 1881; 8⁰.

Société des ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux 34e année, 4e série, 9e cahier. Septembre 1881. Paris, 1881; 8⁰.

— botanique de France: Bulletin. Tome XXVIII. (2e série. — Tome IIIe). Comptes rendus des séances, 4. Paris, 1881; 8⁰. — Revue bibliographique B—C. Paris, 1881; 8⁰.

— des sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome XII 2e cahier. Neuchatel, 1881; 8⁰.

— impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin, Année 1881. Nr. 1. Moscou, 1881; 8⁰.

— Néerlandaise de Zoologie: Tijdschrift. V. Deel. 4de Aflevering. Leiden, 1881; 8⁰.

Society, the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. III. Nr. 11. November 1881. London, 1881; 8°.

United States, Department of the Interior: Bulletin of the geologial and geographical Survey of the Territories, Vol. VI. Number 2. Washington, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang Nr. 47 u. 48. Wien, 1881; 4°.

Wieden, k. k. Krankenhaus: Bericht vom Solar-Jahr 1880. Wien, 1881; 8°.

Würzburg, Universität: Akademische Schriften pro 1880—81; 107 Stücke. 4° u. 8°.

XXVII. SITZUNG VOM 9. DECEMBER 1881.

Herr Dr. J. E. Polak in Wien dankt für die ihm zu einer wissenschaftlichen Expeditionsreise nach Hamadan (Persien) gewährte Subvention.

Herr Prof. Dr. C. B. Brühl, Vorstand des zootomischen Institutes der Wiener Universität, übermittelt die Fortsetzung seines Werkes: „Zootomie aller Thierclassen". (Lief. 23 und 24.)

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet aus seinem Laboratorium eine Abhandlung des Herrn Dr. Ed. Neusser unter dem Titel: „Beitrag zur Lehre von den Harnfarbstoffen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Beitrag zur Chemie der Ceritmetalle", von Herrn Dr. Bohuslav Brauner, derzeit in Manchester.
2. „Über die Einwirkung von metallischem Blei auf wässerige Bleinitratlösungen", von Herrn N. v. Lorenz, Assistent an der Hochschule für Bodencultur in Wien.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität, eingesendet von Herrn Willibald Vinier, Techniker in Wien, vor.

Das w. M. Herr Director Weiss berichtet über einen neuen Kometen, der in der Mitte des vorigen Monates in Amerika, wahrscheinlich von Herrn Wendell auf der Sternwarte des Harvard College zu Cambridge Mass. entdeckt wurde.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak spricht über eine bisher noch nicht beobachtete Hemiëdrie des tesseralen Systems.

Herr Prof. Dr. W. Tinter an der technischen Hochschule in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über den Fehler beim Einstellen des Fadenkreuzes in die Bildebene."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 45e Année 2e Série. Tome X. Nos. 44—48, Paris, 1881; 8°.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lineei: Atti. Anno XXXIV. Sessione IIa del 16. Gennaio & Sessione IIIa del 20. Febbraio 1881. Roma, 1881; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. preuss., zu Berlin; Monatsbericht pro September und October 1881. Berlin, 1881; 8°.

— — königl. bayerische: Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe, XIV. Band. 1. Abtheilung. München, 1881; 4°.

— — Uber die Vergleichung von Bergkrystall — Gewichten, von Dr. Ernst Voit. München, 1880; 4°.

— — Die Regenverhältnisse in Indien, nebst dem indischen Archipel und in Hochasien. I. und II. Theil; von Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski. München, 1881; 4°.

Associazione meteorologica italiana: Bollettino mensuale. Ser. II, Vol. 1, Num. VII. Torino 1881; 4°.

Ateneo veneto: Atti. Serie 3, Volume III, Puntato III. Venezia, 1880; 8°. — Serie 3, Vol. IV, Puntata I & II. Venezia, 1881; 8°.

— — Revista mensile di scienze, lettere ed arti. Ser. IV. Nos 1—4. Venezia. 1881; 8°.

Centralbureau der europäischen Gradmessung: Verhandlungen der vom 13. bis 16. September 1880 zu München abgehaltenen sechsten allgemeinen Conferenz. Berlin, 1881; 4°.

Centralstation, k. k. meteorologische: Uebersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern während des September und October. 1881; Fol.

Comité der Nicolai-Hauptsternwarte: Jahresbericht am 20. Mai 1881. St. Petersburg, 1881; 8°. — Librorum in bibliotheca speculae Pulcovensis contentorum Catalogus systematicus. Pars 2da. Petropoli, 1880; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIII. Nr. 21. Paris, 1881; 4°.

Cremona, L. et E. Beltrami: Collectanea mathematica in memoriam Dominici Chelini edita. Mediolani, 1881; 8°.

Dorpat, Universität: Akademische Schriften pro 1880. 44 Stücke. 8° u. 4°.

Finlands Geologiska Undersökning: Beskrifning till Kartbladet Nro. 3 & 4 af K. Ad. Moberg. Helsingfors, 1881; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 17. Berlin, 1881; 8°.

— deutsche für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 24. Heft. Juli 1881. Yokohama; 4°.

Hydrographisches Amt, k. k. Marine-Bibliothek: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Vol. IX, Nos VI, VII, X u. XI. IX. Jahrgang. Pola, 1881; 8°.

Istituto, Reale Veneto di scienze, lettere ed arti: Atti dal Novembre 1880 all' Ottobre 1881. Tomo VII, Serie V. Dispensa 1ª—9ª. Venezia, 1880—1881; 8°.

— Memorie. Vol. XXI. Parte II. Venezia, 1880; 4°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrgang 1881. Heft 3 u. 5. Pola, 1881; 8°.

Materialien zur Mineralogie Russlands von Nikolai von Kokscharow. VIII. Band, S. 33—320. St. Petersburg, 1881; 8°.

Nature. Vol. XXV, No. 631. London, 1881; 8°.

Oppolzer, Theodor Dr., c. M.: Ist das Newton'sche Attractionsgesetz zur Erklärung der Bewegungen der Himmelskörper ausreichend? Hat man Veranlassung, dasselbe nur als Näherungsausdruck zu bezeichnen? Salzburg, 1881; 4°.

Società, degli spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X. Dispensa 10ª. Ottobre 1881. Roma, 1881; 4°.

Society, the Asiatic of Bengal: Journal. N. S. Vol. L. Nro. 243. Calcutta, 1881; 8°.

— the Royal of Victoria: Transactions and Proceedings. Vol. XVII. Melbourne, 1881; 8°.

Statistisches Departement im k. k. Handels-Ministerium: Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XXII. Band, 2. u. 3. Heft. Wien, 1881; 4°.

Utrechtsche Hoogeschool: Onderzoekingen gedan in het physiologisch Laboratorium. VI. Aflevering II. Utrecht, 1881; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXIII. Band, 2. & 3. Heft, 1881. Wien; 8°.

Wernicke, Hermann: Die Welt-Erklärung, oder: Der unsterbliche Geist unserer Natur. Philadelphia, 1881; 8°.

Beitrag zur Lehre von den Harnfarbstoffen.

Von Dr. **Edmund Neusser,**
Secundararzt im k. k. allgemeinen Krankenhause.

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem pathologisch-chemischen Institute des Herrn Prof. Ludwig.)

Diejenigen Harnfarbstoffe, deren Abstammung aus dem Blutfarbstoffe als zweifellose Thatsache hingestellt werden kann, sind für den Kliniker schon aus dem Grunde von grosser Wichtigkeit, weil ihre Menge, mit der des durch den Stuhl entleerten Gallenfarbstoffes zusammengenommen, auf die Intensität des Zugrundegehens der rothen Blutkörperchen einen annähernden Schluss gestattet.

Die Feststellung der Identität des im Harne von Jaffe entdeckten Urobilins, mit dem von Vaulair und Masius im Darminhalt gefundenen Stercobilin und mit dem künstlichen Hydrobilirubin, welches Maly durch Einwirkung von Natriumamalgam auf Bilirubin erhielt, als auch schliesslich mit dem Farbstoff, welchen Hoppe Seyler durch Reduction des Hämatins in alkoholischer Lösung mittelst Zinn, Zink, Kupfer und Salzsäure darstellte, hat auf die Bildung und den Kreislauf genannter Pigmente ein klares Licht geworfen und den genügenden Beweis geliefert, dass der Farbstoff normaler Faeces und des Harns zum Blutfarbstoff in nächster Beziehung steht und als ein durch Reduction verändertes Spaltungsproduct desselben aufgefasst werden muss.

In diese Kategorie gehören auch zwei pathologische Farbstoffe, die F. Baumstark im Harne eines an Lepra Leidenden fand. (Pflüger's Archiv, IX. Band, p. 568.)

Die Farbe des Urins war zu Anfang der Krankheit dunkelroth wie Bordeaux-Wein, wurde allmählig braunroth und gegen das laetale Ende rein dunkelbraun fast schwarz.

Aus dem Harne liessen sich zwei wohlcharakterisirte Farbstoffe darstellen, von denen der eine eisenhältige Urorubrohaematin, der andere eisenfreie Urofuscohaematin genannt wurde.

Beide Baumstark'schen Farbstoffe zeichneten sich durch grosse Beständigkeit aus; sie konnten mit concentrirter Natronlauge oder Salzsäure, ohne eine Veränderung zu erleiden, anhaltend gekocht werden; beide haben charakteristische Absorptionsspectra, von denen besonders das des eisenhältigen Urorubrohaematins, in Bezug auf die Vermehrung der Absorptionsbänder in alkalischer Lösung, gegenüber der sauren Lösung, eine grosse Ähnlichkeit mit dem von Hoppe Seyler für das eisenfreie Haematin (Haematoporphyrin) beschriebenen Absorptionsspectrum hatte.

Doch war die Lage aller Absorptionsbänder eine wesentlich andere, als beim Haematoporphyrin. In beiden Farbstoffen war das Verhältniss vom Kohlenstoff zum Stickstoff, wie 8 : 68, also wie im Haematin; beide lieferten bei der trockenen Destillation ein Destillat, welches, wie die von Hoppe Seyler untersuchten Haematinderivate auch in allerkleinsten Mengen sehr schön die Pyrrol-Reactionen zeigte (Ausscheidung von Pyrrolroth), Rothfärbung eines mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspahnes.

Haeminkrystalle liessen sich aus den Farbstoffen nicht darstellen.

Obwohl nun die fraglichen Farbstoffe in ihren chemischen und spektralen Eigenschaften sich sowohl von den Blutfarbstoffen als auch von allen bisher künstlich dargestellten Haematinderivaten unterscheiden, so weist doch ihre Elementaranalyse auf den innigen Zusammenhang mit den Blutfarbstoffen, insbesondere mit dem Haematin, zur Genüge hin.

In der letzten Zeit habe ich kurz hintereinander Gelegenheit gehabt, auf der Klinik des Herrn Hofrathes Prof. v. Bamberger und auf der Abtheilung des Herrn Prof. Drasche zwei interessante Harne zu beobachten, die weder Blut noch Oxyhaemoglobin enthielten und sich doch sowohl durch ihre blutrothe Farbe, als auch dadurch charakterisirten, dass sie unmittelbar vor den Spalt des Spektralapparates gebracht, ein Absorptionsspektrum zeigten, welches mit dem Oxyhaemoglobinspektrum vollkommen identisch war.

Leider war in beiden Fällen die Beobachtungsdauer sehr kurz, die betreffenden Harnmengen relativ gering und der Verlust an Material bei der chemischen Untersuchung so beträchtlich, dass eine genaue Isolirung und Reindarstellung des Farbstoffes für die Elementaranalyse nicht vorgenommen werden konnte. Ich muss mich daher hier auf den groben Harnbefund mit den dazu gehörigen Krankengeschichten beschränken, von der Ansicht ausgehend, dass beide Fälle, abgesehen vom pathologisch-chemischen Interesse, auch für den Arzt insoferne nicht unwichtig sind, als das Vorkommen ähnlicher Harne zu diagnostischen Irrthümern Veranlassung geben kann, wenn, allerdings nur bei einer oberflächlichen Untersuchung, eine Haemoglobinurie dort diagnosticirt wird, wo sie nicht existirt.

I. Fall.

Röster Franz, 48 Jahre, Diener in der Unionbank, wurde am 23. Februar 1881 auf die Klinik Bamberger aufgenommen.

Derselbe früher stets gesund, überstand seiner Angabe nach im Jahre 1855 die Cholera. Seine Brüder sollen brustkrank gewesen sein, er selbst im vorigen Jahre an Husten, zeitweise auch an Herzklopfen, jedoch nie an Hämoptoe gelitten haben.

Anfangs Februar l. J. erkrankte Patient unter Fieber, ab und zu auftretendem Frösteln, unter Schlaflosigkeit und linksseitigem Bruststechen. Er konnte im Beginn seiner Erkrankung nicht auf der linken Seite liegen, war jedoch noch im Stande seinen Berufspflichten nachzukommen.

Gleichzeitig bemerkte er, dass er zusehends abmagere, dass sein Sehvermögen abnehme und dass sein Harn, welcher früher angeblich normal war, jetzt bei verminderter Quantität eine auffallend rothe Farbe angenommen habe.

Zunehmende Kurzathmigkeit derart, dass er nicht mehr die horizontale Lage einzunehmen, sondern nur in der Linkslage oder aufrecht im Bette sitzend zu athmen vermochte, nöthgite ihn das Krankenhaus aufzusuchen. Am 22. Februar stellte er sich als Ambulant vor; es wurde bei demselben ein hochgradiges den ganzen linken Pleuraraum einnehmendes, Exsudat constatirt. Die Tags darauf vom Herrn Hofrath Bamberger während der

Vorlesung vorgenommene klinische Untersuchung ergab folgenden Status praesens:

Patient mittelgross, von kräftigem Knochenbau, Körpertemperatur 37·4, Radialpuls 90, von mässiger Spannung.

Die Lippen etwas cyanotisch, das Gesicht und die Extremitäten normal gefärbt, nicht oedematös.

Die Respiration etwas beschleunigt, findet nur mit der rechten Thoraxhälfte statt.

Der Thorax breit und flach, seine linke Hälfte etwas mehr hervorgewölbt.

Rechts vorne der Percussionsschall hell und voll, Zwerchfellstand daselbst an der 6. Rippe.

Links oben vorne supraclavicular kürzerer Schall als rechts unter der Clavicula Dämpfung mit nach abwärts bis zum Rippenbogen zunehmender Leere des Schalles.

Nach rechts geht die Dämpfung in der Höhe der 3. Rippe einen Querfinger über den rechten Sternalrand, unterhalb der 3. Rippe bis zur 6. Rippe zwei Querfinger nach rechts vom Sternum, von oben nach unten entsprechend steil abfallend.

Rechts vorne am Thorax allenthalben scharfes, vesiculäres Athmen; links oben vorne unbestimmtes Inspirium, bronchiales Exspirium, nach abwärts im Bereiche der Dämpfung kein Athmungsgeräusch.

Hinten rechts normaler Percussionsschall, nach abwärts Handbreit unter den Scapularwinkel herabreichend.

Links oben hinten verkürzter Schall, an der Spina Scapulae, Dämpfung mit nach abwärts zunehmender Leere des Schalles.

Rechts hinten durchaus vesiculäres Athmen.

Links oben hinten schwaches unbestimmtes Inspirium, hörbares Exspirium, ohne Rasseln, an der Dämpfungsgrenze schwaches bronchiales Athmen, im Bereiche der Dämpfung kein Athmen und stark abgeschwächter Stimmfremitus. Die Herztöne rein. Die Gefässtöne nicht accentuirt.

Die Leberdämpfung begrenzt sich am Rippenbogen.

Die Milz nicht tastbar; ihre Dämpfung geht nach aufwärts in die linksseitige Thoraxdämpfung über und begrenzt sich am linken Rippenbogen.

Der Unterleib etwas aufgetrieben. Das Sputum catarrhalisch, spärlich. Die Harnmenge gering.

Die von Dr. Hampl, Assistenten an der Klinik des Prof. Stellwag vorgenommene Untersuchung der Augen ergab mässige absolute Hypermetropie($^1/_{28}$) beiderseits, den Augenhintergrund vollkommen normal.

Die klinische Diagnose lautete: Exsudatum pleuriticum sinistrum serofibrinosum.

Verordnet wurde dem Kranken: Extr. Graminis 40 Grm. pro die und ein Thee bestehend aus:

Rad. Ononid
„ Levistici
„ Petroselim
Bacc. Juniperi
$\overline{aa}$

und später Lithium carbonicum, anfangs 0·5 grm, mit allmählig steigender Dosis bis 1·5 grm. pro die.

Während des ganzen Aufenthaltes auf der Klinik war der Kranke fieberfrei; die 24stündlichen Harnmengen schwankten zwischen 900—1400 CCm.

Harnanalyse:

Der native Harn ist blutroth gefärbt, reagirt sauer und zeigt im Spektralapparate zwei scharf begrenzte Absorptionsstreifen, die genau dieselbe Lage haben, wie die Absorptionsstreifen des Oxyhaemoglobins. (Vide Abbildung Nr. 5.)

Ausserdem findet sich noch eine ziemlich starke Verdunkelung des blauen und violetten Endes des Spektrums, angefangen von der Linie *b*.

Der Urin ist eiweissfrei.

Die Reaction mit gelbem Blutlaugensalz und Essigsäure, die Heller'sche Salpetersäure und Kochprobe sind negativ.

Das Absorptionsspectrum des Harnes verändert sich auf Zusatz von Schwefelammonium gar nicht, nicht einmal bei längerer Einwirkung desselben.

Die Van Deen'sche Terpentin-Guajakprobe ist negativ. Mit Ammoniak und Chlorzinklösung versetzt und filtrirt, zeigt der Harn weder Farbenänderung noch Fluorescenz.

Die Spektralerscheinungen des nativen Harns ändern sich auch bei längerem Kochen desselben mit Kalilauge nicht. Die sich dabei ausscheidenden Erdphosphate sind nicht roth gefärbt und das Filtrat zeigt dasselbe Spektralverhalten wie der native Urin.

Im eingedampften Harn erscheinen die Absorptionsstreifen viel intensiver und im Roth, beinahe in der Mitte zwischen *C* und *D*, tritt ein dritter schwacher und schmaler Streifen auf. (Vide Abbildung Nr. 7.)

Beim Ansäuern des nativen Harns mit Salzsäure wird der Streifen bei *D* schwächer, der zweite bei E intensiver und beide verschieben sich gegen das rothe Ende des Spektrums derart, dass der schmälere und schwächere Streifen dicht vor *D*, der zweite, dunklere und breitere, ungefähr in der Mitte zwischen *D* und *E* (näher *E*) zu liegen kömmt.

Beim Verdünnen mit Wasser verschwindet das schwache Band bei *D* zuerst. (Vide Abbildung Nr. 6.)

Stumpft man die Salzsäure etwas ab oder neutralisirt mit Kalilauge, so erscheint das Spektrum des nativen Urins wieder.

Kocht man den Harn mit Salzsäure und versetzt dann mit Kalilauge bis zur stark alkalischen Reaction, so reissen die sich ausscheidenden Erdphosphate den Farbstoff mit und setzen sich als rother Niederschlag zu Boden ab.

Das Filtrat ist etwas röthlich gefärbt und zeigt das erwähnte Spectrum nicht mehr.

Aus dem Niederschlag der Erdphosphate lässt sich mit schwefelsäurehältigem Alkohol der Farbstoff extrahiren, das Extract ist rosaroth und gibt dasselbe Spektralverhalten, wie der mit Salzsäure angesäuerte native Urin.

Beim Versetzen des Urins mit etwas Natronlauge nach Struve, dann mit einer concentrirten Tanninlösung und endlich mit Essigsäure bis zur deutlich sauren Reaction, entstand ein schmutzig röthlichgrauer Niederschlag, aus dem sich Haeminkrystalle nicht darstellen liessen.

Mehrere Liter Harn wurden am Wasserbade nicht ganz bis zur Trockne eingedampft und der Rückstand mit Äther mehrmals extrahirt. Die ätherischen Auszüge färbten sich schwach gelblich und zeigten, spektroskopisch untersucht, nur eine diffuse Absorption im Grün-Blau. Darauf wurde der Rückstand mit absolutem

Alkohol mehrmals ausgekocht, so lange letzterer sich noch färbte. Diese alkoholischen Extrakte waren braun gefärbt und boten bei entsprechender Verdünnung eine totale Absorption etwa von der Linie *D* angefangen. Der vom absoluten Alkohol zurückgebliebene Rückstand wurde nun mit oxalsäurehältigem absoluten Alkohol extrahirt. Dieser alkoholische Auszug war rubinroth gefärbt und zeigte dasselbe Spektralverhalten wie der native Urin; beim Eindampfen dagegen ergab sich, sobald die Flüssigkeit stark sauer reagirte, ähnlich wie in dem mit Salzsäure angesäuerten nativen Urin, ein gegen das rothe Ende verschobenes Absorptionsband, welches in seine ursprüngliche Lage zwischen *D* und *E* zurückkehrte, nachdem die saure Reaction mit Kalilauge bis zur schwach sauren abgestumpft wurde.

Machte man die Lösung neutral oder alkalisch, so wurde der Streifen bei *D*, seine Lage behaltend, gegen das rothe Ende undeutlicher, gegen das violette etwas breiter und daselbst ziemlich scharf begrenzt, ohne jedoch die Linie *D* nach links zu überschreiten oder sie überhaupt zu erreichen; der zweite Streifen bei und vor *E* wurde viel dunkler und schmäler, doch scharf begrenzt, wie wenn das Oxyhaemoglobinspektrum, seine Lage zwischen den Linien *D* und *E* beibehaltend, sich umkehren würde und zwar der näher bei *D* liegende dunklere und schärfer begrenzte Streifen vor *E*, der andere bei *E* an Stelle des letzteren zu liegen käme. (Vide Abbildung Nr. 8.)

Beim Verdünnen verschwand auch der Streifen unmittelbar an *D* viel früher, als der andere.

Neben den erwähnten Streifen erschien aber ein dritter sehr schmaler, doch scharf begrenzter in der Mitte zwischen *C* und *D*; gleichzeitig totale Absorption von der Linie b.

So wie nun das Spektrum des mit Salzsäure angesäuerten nativen Harns oder der oxalsäurehaltigen alkoholischen Farbstofflösung beim Eindampfen vollkommen identisch war mit dem Absorptionsspektrum des Haematoporphyrins in saurer Lösung, so hatte auch das zuvor beschriebene Spektrum eine grosse Ähnlichkeit mit dem des Haematoporphyrins in alkalischer Lösung.

Das Haematoporphyrin in alkalischer Lösung ist bekanntlich nach den Angaben von Hoppe Seyler durch vier Absorptionsstreifen ausgezeichnet und zwar:

1. einen schmalen zwischen *C* und *D*,
2. einen breiten dunkeln auf *D*, weiter nach *E* hin, als nach *C* reichend,
3. einen schmäleren, schwächeren zwischen *D* und *E*, näher letzterer Liniengruppe und
4. einen breitern dunkeln vor *b* beginnend und bis über die Mitte des Zwischenraumes zwischen *b* und *F* reichend. (Vide Abbildung Nr. 3.)

Zu bemerken wäre jedoch, dass unsere alkalischen Lösungen des Haematoporphyrins, welches aus Haemin mittelst concentrirter Schwefelsäure dargestellt wurden, in Bezug auf die Lage und Intensität des zweiten Streifens an *D*, ein etwas abweichenderes Absorptionsspektrum gezeigt haben, als das von Hoppe Seyler in seiner physiologischen Chemie 1879, III. Theil, 389 für das Haematoporphyrin beschriebene und abgebildete. (Vide Tafel Nr. 4 und 3.)

Etwa 200 CC. des oxalsäurehältigen alkoholischen Farbstoffextractes wurden am Wasserbade eingedampft. Der Rückstand gab in einem Porzellantiegel verascht, eine weisse Asche, die in Salzsäure aufgelöst wurde. Die durch Eindampfen concentrirte Lösung zeigte mit gelbem Blutlaugensalz eine sehr schwache bläuliche und mit Rhodan-Kalium eine schwache rosarothe Färbung.

Etwa 100 CC. einer Blutlösung von derselben Färbung, wie das alkoholische Farbstoffextract, gab auf obige Weise behandelt, mit allen Reagentien eine sehr deutliche Eisenreaction.

Es geht daraus hervor, dass unser Farbstoff entweder nur Spuren von Eisen enthielt, oder gar keines, und dass die nachgewiesenen Spuren von Verunreinigungen herrührten, was kaum zu vermeiden ist.

Eine andere Portion der alkoholischen Farbstofflösung gab einen Abdampfungsrückstand, aus dem sich Haeminkrystalle nicht darstellen liessen.

Beim Einwirken von Zink und Salzsäure auf die genannte alkoholische Lösung am Wasserbade, trat nach einigen Stunden eine fast vollständige Entfärbung derselben ein.

Beim stärkern Ansäuern mit Salzsäure färbte sich die abfiltrirte Lösung leicht rosaroth und es erschien nach längerem Stehen eine diffuse Absorption zwischen *b* und *F*, während Blau

auch beim Eindampfen sichtbar war. Beim Versetzen derselben mit Ammoniak bis zur stark alkalischen Reaction traten keine Fluorescenzerscheinungen auf. Dasselbe Verhalten gab eine andere Portion der oxalsäurehältigen alkoholischen Lösung, die eingedampft, in Kalilauge gelöst und dann mit Natriumamalgam behandelt wurde. Der native Harn mit etwas Natriumamalgam versetzt, zeigte nach einien Tagen eine sehr deutliche grüne Fluorescenz, im Spektralapparate nur eine diffuse Absorption im Grün-Blau zwischen *b* und *F* und eine Verdunkelung des violetten Endes des Spectrums.

Obwohl die letzthin erwähnten Reactionen mit grösserer Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass aus dem Farbstoff durch Reduction Hydrobilirubin, respective Urobilin hervorging, welches obige diffuse Absorption im Grün-Blau zwischen *b* und F bot, so ist doch in dieser Richtung kein positiver Beweis erbracht, weil das geringe Material für andere Zwecke verbraucht, eine Wiederholung der Reductionsversuche mit einer grösseren Menge des abgedampften Farbstoffextractes nicht gestattete.

Dennoch lässt sich aus dem Vorhergehenden mit Gewissheit aussagen, dass der fragliche Farbstoff bei Einwirkung starker reducirender Agentien, sehr bald eine Zersetzung erlitt, also auch in dieser Beziehung sich analog verhielt, wie das Haematin und seine Derivate.

Der Farbstoff ist durch Bleiessig und Kalkmilch fällbar. Zertheilte man die durch diese Fällungsmittel erhaltenen Niederschläge in Alkohol, so löste sich der Farbstoff darin nicht auf, auch nicht beim Einleiten von Kohlensäure, wohl aber nach Zusatz stärkerer Säuren wie z. B. Oxalsäure, Schwefelsäure, Salzsäure. Eine aus dem Bleiniederschlag gewonnene oxalsäurehältige Lösung des Farbstoffes bot dasselbe Spektralverhalten dar, wie der oxalsäurehältige alkoholische Auszug aus dem eingedampften Harnrückstande.

Wurde zur Ansäuerung des Alkohols behufs Extraction des Farbstoffes aus dem Bleiniederschlage eine schwache Säure und nicht in grossem Überschusse angewandt, so erschien im Spektralapparate ein dem Oxyhaemoglobin identisches Spektrum — wurde jedoch diese Lösung durch Eindampfen concentrirt und dadurch die saure Reaction erhöht, oder im Vorhinein zur

Ansäuerung des Alkohols eine starke Säure verwendet z. B. Schwefelsäure, so gaben die Lösungen ein gegen das rothe Ende verschobenes Spektrum, welches sich vollkommen mit dem Spektrum des Hämatoporphyrins in saurer Lösuug deckte.

Ein etwas abweichenderes Spektralverhalten gab eine alkalische Lösung des Farbstoffes, die nach der Methode von Scherer erhalten wurde.

Etwa 700 CC. Harn wurden mit Bleiessig versetzt, der Bleiniederschlag in stark oxalsäurehältigem Alkohol zertheilt und der alkoholische Auszug mit Kalkmilch gefällt. Der gewaschene Kalkniederschlag wurde dann in Alkohol mit einer Mischung von concentrirter Schwefelsäure und absolutem Alkohol zerlegt und die alkoholische Farbstofflösung mit pulverigem kohlensaurem Kali geschüttelt.

Diese auf angegebene Weise dargestellte, stark alkalische rosarothe Lösung, zeichnete bei der spektroskopischen Untersuchung vier Absorptionsstreifen aus und zwar:

1. ein schmaler zwischen *C* und *D*
2. ein scharfer, mässig breiter zwischen *D* und *E* unmittelbar an *D*.
3. ein noch breiterer, dunkler auf *E*, weiter nach *D* hin als nach *b* reichend.
4. ein sehr breiter, dunkler und scharf begrenzter, beinahe drei Viertel des Zwischenraumes zwischen *b* und *F* einnehmend. (Vide Abbildung Nr. 9.)

Indem wir nun alle Eigenschaften des Harnes und des darin enthaltenen Farbstoffes zusammenfassen, stellen wir die Frage, in welche Kategorie der Farbstoffe unser Körper einzureihen ist.

Dass derselbe kein von Aussen mit Medicamenten oder mit der Nahrung eingeführter Pflanzenfarbstoff war, wurde durch die Untersuchung der Medicamente, als auch der Harne anderer Patienten, welche dieselben Medicamente bekamen, hinlänglich bewiesen; ebenso war auch mit der Lithiumbehandlung, was besonders berücksichtigt wurde, jeder Zusammenhang ausgeschlossen.

Auf die sehr nahe Beziehung, in der unser Farbstoff zu den Blutfarbstoffen steht, weist schon sein charakteristisches Spektralverhalten hin, doch ist die Frage nach der Identität desselben mit den bisher bekannten Blutfarbstoffen oder künstlich dar-

gestellten Derivaten derselben, vorderhand nur in der Richtung mit Bestimmtheit zu beantworten, dass derselbe weder der Hämoglobin- noch der Haematingruppe angehöre.

Das absolute Fehlen des Albumins im Harn, die Unmöglichkeit durch Schwefelammonium das Reductionsspektrum des Haemoglobins zu erzeugen, die Unveränderlichkeit des Farbstoffs bei Einwirkung von Säuren und Alkalien, die Fällbarkeit durch Bleiessig, die Löslichkeit desselben in angesäuertem Alkohol und endlich die Nichtdarstellbarkeit der Teichmann'schen Häminkrystalle schliesst jede Verwechslung, sowohl mit Oxyhaemoglobin, als auch mit Haematin aus.

Anders verhält sich die Sache bezüglich der Identität des Farbstoffes mit dem von Mulder zuerst durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf trockenes Haematin erhaltenen sogenannten eisenfreien Haematin, welches Hoppe Seyler durch Reduction des Haematins in saurer alkoholischer Lösung erhielt und mit dem Namen Haematoporphyrin belegte.

Auf letzterere Weise dargestetelltes Haematoporphyrin ergab eine Zusammensetzung von $C_{68}H_{74}N_8O_{12}$, Hoppe Seyler bemerkt jedoch, dass dieser Körper schwer rein zu erhalten ist, weil er bei obiger Darstellung bald eine weitere Reduction, und in der Färbung seiner Lösungen leicht Änderungen erleidet, die noch nicht aufgeklärt sind.

Wegen des geringen zu Gebote stehenden Materiales, konnte, wie schon Eingangs erörtert wurde, die Elementaranalyse des Farbstoffes nicht vorgenommen werden, doch auch diese hätte, wie aus den vorher erwähnten Angaben Hoppes erhellt, gewiss nicht zum erwünschten Resultate geführt.

Wenn wir jedoch die Ergebnisse unserer Untersuchungen mit Hoppes Angaben über die Eigenschaften des Hämatoporphyrins vergleichen, so ist die Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Körpern auffallend.

Das Absorptionsspektrum des Farbstoffes in sauren Lösungen ist mit dem Spektrum des Hämatoporphyrins in saurer Lösung vollkommen identisch, das Spektrum des Farbstoffes in alkalischem Alkohol, abgesehen von geringen Abweichungen, im Grossen und Ganzen dem Spektrum des Hämatoporphyrins in alkalischer Lösung sehr ähnlich. Die rothe Farbe der sauren und

alkalischen Lösungen in beiden Fällen, die Leichtigkeit, mit welcher unser Körper bei Einwirkung stark reducirender Substanzen sich zersetzte, wobei, wie früher erwähnt wurde, höchst wahrscheinlich Hydrobilirubin entstand, die Unmöglichkeit aus demselben Haeminkrystalle darzustellen und schliesslich auch der Umstand, dass der veraschte alkoholische Rückstand erst mit den empfindlichsten Reagentien, kaum merkbare Eisenreactionen ergab, wodurch, wie dies ein Controlversuch mit einer Blutlösung von derselben Tinction zeigte, alle eisenhältigen Blutfarbstoffe ausgeschlossen waren, kurz, alle diese Eigenschaften zusammengenommen, sprechen dafür, dass der im Harne gefundene Farbstoff entweder selbst Hämatoporphyrin oder eine dem Hämatoporphyrin sehr nahe stehende Verbindung ist, und unzweifelhaft in die Reihe der Hämatinderivate gehört, die aus demselben künstlich durch Reduction, oder durch Einwirkung starker Säuren hervorgehen. Dass im Organismus der genannte Farbstoff auf dem Wege der Reduction aus dem Blutfarbstoff entstand, ist viel wahrscheinlicher, weil, wie dies bekannt, Reductionsvorgänge im Thierkörper vorkommen, während bei diesen pathologischen Zuständen, wo das Blut, wenigstens das Gefässblut der Verdauungswege der Einwirkung concentrirter Mineralsäuren ausgesetzt ist, wie z. B. bei der acuten Schwefelsäurevergiftung, im Harne sich zwar Oxy- und Methämoglobin findet, unser Farbstoff jedoch nicht, wovon ich mich wiederholt überzeugen konnte.

Weil das Absorptionsspektrum des nativen Harnes beim Ansäuern desselben gegen das rothe Ende des Spektrums sich verschob und beim Neutralisiren der Säure in seine ursprüngliche, dem Oxyhämoglobin entsprechende Lage zurückkehrte, weil ferner das Spektrum der stark sauren alkoholischen Farbstofflösung, welches mit dem Spektrum des Hämatoporphyrins in saurer Lösung vollkommen identisch war, beim Neutralisiren der sauren Lösung nach rechts gegen das violette Ende rückte und die Lage des Oxyhämoglobinspektrums einnahm; hingegen beim Versetzen der Lösung mit Kalilauge bis zur alkalischen Reaction, im Roth zwischen *C* und *D* ein neuer scharf begrenzter Absorptionsstreifen auftrat, wodurch das Absorptionsspektrum der Farbstofflösung eine grosse Ähnlichkeit mit dem Spektrum des Haematoporphyrins in alkalischer Lösung erhielt und schliesslich

weil der zuletzt erwähnte Steifen im Roth auch im eingedampften nativen Harn erschien, so geht daraus hervor, dass das Auftreten von nur zwei Absorptionsbändern, welche mit denen des Oxyhämoglobins identisch waren, wie dies sowohl der native Harn, als auch die alkoholischen Auszüge des Farbstoffs unter gewissen Bedingungen zeigten, abhängig ist, hauptsächlich von der Reaction und dem Verdünnungsgrade der untersuchten Flüssigkeit. Der native Harn gab demnach aus dem Grunde ein aus zwei Streifen bestehendes, mit dem Oxyhämoglobin vollkommen sich deckendes Absorptionsspektrum, weil er eine schwach sauer reagirende und im Verhältniss zur Menge der darin enthaltenen Substanzen relativ verdünnte Lösung des Farbstoffes war.

Obwohl es bisnun nicht gelungen ist, die erwähnten Erscheinungen mit Lösungen des Hämatoporphyrins, welches nach der Methode Mulders aus chemisch reinen Häminkrystallen dargestellt wurde, hervorzurufen, so kann man noch daraus keinen definitiven Schluss gegen die Identität unseres Farbstoffes mit dem Hämatoporphyrin ziehen, weil es möglich ist, dass die charakteristischen Änderungen der Spektra, die dessen Lösungen bei den fraglichen Manipulationen dargeboten haben, noch von vielen zufälligen Bedingungen abhängen, welche beim Experiment nicht genauer berücksichtigt wurden. Die in dieser Richtung vorgenommenen Untersuchungen könnten vielleicht ein Licht auf die Constitution des Hämoglobins werfen, da es nicht unmöglich wäre, dass das Oxyhaemoglobin eine chemische Verbindung des Sauerstoffes mit Globulin, Eisen und unserem Farbstoffe, respective Hämatoporphyrinkerne, welcher darin in einer neutralen oder schwach saueren Verbindung enthalten sein könnte, sein charakteristisches Spektralverhalten verdankt, was um so mehr an Interesse gewinnt, als das dritte Absorptionsband, welches im Roth zwischen *C* und *D* in alkalischen Lösungen des Farbstoffs und im eingedampften Harne erschien, in Bezug auf seine Lage im Spektrum dem Methaemoglobinstreifen entsprach, welcher bekanntlich bei Untersuchung mehr concentrirter Blutlösungen oder methaemoglobinhältiger Flüssigkeiten zum Vorschein kommt.

Preyer (Die Blutkrystalle, Jena 1871, S. 138) will das Oxyhaemoglobin durch Synthese aus seinen Zersetzungsproducten reconstruirt haben.

Derselbe Autor vermischt verdünnte Blutrothlösung mit so wenig Essigsäure, dass gerade die Coagulirbarkeit aufgehoben wird und erwärmt, wodurch das Spektrum des Haematoins, welches nach seiner Angabe mit Haematoporphyrin identisch ist, entsteht.

Mit so wenig Alkali versetzt, als gerade ausreicht, die Anfangs entstehende Trübung aufzulösen, so dass die zersetzte Haemoglobinlösung nicht mit Alkali übersättigt, sondern nur äusserst schwach alkalisch gemacht wird, färbt sich die Flüssigkeit wieder blutroth und zeigt zwei Absorptionsbänder des Oxyhaemoglobins.

Ich habe selbst noch keine Gelegenheit gehabt, die Versuche von Preyer zu wiederholen, erlaube ich mir aber anzudeuten, dass in Anbetracht der spektralen Identität unter gewissen Bedingungen eine Verwechslung des angeblich reconstruirten Oxyhaemoglobins mit einem Gemisch von Albumin und Haematoporphyrin in schwach alkalischer Lösung stattfinden konnte.

Der weitere Krankheitsverlauf bei unserem Patienten ist folgender:

26. Februar: Pleurales Reiben unter der linken Clavicula die Dämpfung linkerseits, beginnt vorne an der dritten Rippe und geht nach einwärts nur bis zum rechten Sternalrand; die Kurzathmigkeit bedeutend geringer, der Harn im Gleichen.

2. März: Das pleurale Reiben um die Brustwarze bis in die Axilla sehr deutlich; vorne unter der Clavicula scharfes vesiculäres Inspirium, hörbares Exspirium, nirgends Bronchialathmen; der Harn roth, wie früher.

11. März: Subjektives Wohlbefinden, das Athmen frei, das pleurale Reiben im grossen Umfange sehr laut, die Dämpfungsgrenzen im Gleichen, der Harn unverändert.

14. März: Der Kranke wird in gebessertem Zustande auf eigenes Verlangen entlassen.

Am 22. März stellte sich Patient in der Ambulanz, nachdem er eine Strecke von drei Viertel Meilen zu Fuss zurückgelegt hatte, mit der Angabe vor, dass er nach seinem Austritt aus der Klinik nur zeitweise bei stärkeren Körperbewegungen, beim

Tragen schwerer Lasten, Treppensteigen dyspnoisch werde, sonst aber sich vollkommen wohl befinde, und dass der Harn nur an den Tagen, wo er genöthigt war, bei Verrichtung seiner Berufsarbeiten sich mehr anzustrengen, auffallend roth sei. Die Untersuchung des Kranken ergab:

Ernährungszustand etwas besser, die Lippen leicht cyanotisch, Puls 80 kräftig, Respiration 24. Der Respirationsact findet fast nur mit der rechten Thoraxhälfte statt. Das Athmen costodiaphragmal.

Die Rippenbögen beiderseits gleich hoch stehend.

Die Leberdämpfung beginnt an der 7. Rippe und geht nach abwärts bis zum Rippenbogen. *L. O. V.* unter der Clavicula normaler Percussionsschall, an der 3. Rippe Dämpfung, dieselbe geht nach abwärts bis zur 6. Rippe, nach einwärts bis zum linken Sternalrand, nach aussen in eine Dämpfung in der Achselhöhe über.

Der halbmondförmige Raum im ganzen Umfange tympanitisch schallend.

Die Herztöne rein, der zweite Pulmonalton etwas accentuirt, zeitweise gespalten.

Rückwärts über der rechten Lunge durchaus normale Verhältnisse.

L. O. H. normaler Schall.

L. U. H. an der Basis etwa handbreite Dämpfung.

M. O. H. schwaches vesiculäres Inspirium, hörbares Exspirium, in den mittleren Partien schwaches unbestimmtes, an der Basis stark abgeschwächtes Athmen.

Der Bauch von normaler Wölbung und Elasticität, allenthalben tympanitisch schallend, die Leber und Milz nicht vergrössert.

Der Harn von zwei Tagen gesammelt, gibt dasselbe Spektralverhalten wie früher, doch ist die Farbe nicht so intensiv blutroth.

Am 29. November suchte ich den Patienten auf.

Derselbe gibt an, seit seiner letzten Vorstellung sich vollkommen wohl zu befinden.

Der Ernährungszustand ist mässig, die Haut und die Schleimhäute normal gefärbt.

Puls voll, die Grösse und Spannung normal. Respiration 20 tief und ruhig — beide Thoraxhälften fast gleichmässig athmend — Rechts vorne normaler Schall, Zwerchfellstand an der 7. Rippe.

Linkerseits beginnt die Dämpfung an der 3. Rippe, geht nach abwärts bis zur 6. Rippe, nach aussen bis zur Mamillarlinie, nach einwärts bis zum linken Sternalrand. Herzstoss zwischen 5. und 6. Rippe einwärts der Brustwarze. Herztöne rein. Der zweite Pulmonalton kaum accentuirt. Vorne beiderseits normales Athmen.

Bei der Percussion in der Rechtslage, beginnt die axillare Dämpfung an der 7. Rippe, geht nach abwärts bis zum Rippenbogen und bleibt nach vorne drei Querfinger von demselben entfernt.

Rückwärts rechts über der ganzen Lunge und links in den oberen und mittleren Partien normale Verhältnisse, an der linken Lungenbasis etwa drei Querfinger breite Dämpfung und abgeschwächtes Athmungsgeräusch. Unterleibsorgane normal. Der Harn ist hellroth, eiweissfrei und gibt in dicken Schichten dasselbe Absorptionsspektrum wie vor acht Monaten.

Wie aus der ganzen Krankengeschichte unseres Patienten zur Genüge hervorgeht, handelte es sich um ein linksseitiges sero-fibrinöses pleuritisches Exsudat, welches, da es ein zuvor anscheinend gesundes und sonst robustes Individium betraf, und bei einem auf der Klinik beobachteten fieberfreien Verlaufe entschiedene Tendenz zur raschen Resorption zeigte, weder eitrig noch hämorrhagisch sein konnte, und dies um so weniger, als keine Tuberculose, Alkoholdyscrasie oder irgend ein Allgemeinleiden im klinischen Sinne vorlag.

Ob jedoch die Pleuritis primär oder secundär war, ob sie mit der Ausscheidung des pathologischen Farbstoffes im Zusammenhang stand, und wie dieser Zusammenhang sein mochte, ob die abnorme Abspaltung eines Blutderivates für den Körper irrelevant ist, oder die Bedeutung einer tieferen bis jetzt noch latenten und in ihren Folgen unbestimmbaren Stoffwechselanomalie hat, die etwa im Sinne einer hämorrhagischen Diathese zu Entzündungen der serösen Häute disponirt, darüber wäre jeder Ausspruch nur eine nichtssagende Hypothese.

Da für die Identität unseres Farbstoffes mit dem Hämatoporphyrin mehr Gründe vorliegen, als für die Verschiedenheit und das Hämatoporphyrin in der Reductionsreihe der Hämatinderivate, gleichsam ein weniger reducirtes Spaltungsproduct desselben bildet, so wäre es auch in unserem Falle möglich, die Farbstoffausscheidung auf gesteigerte Reductionsvorgänge im

Organismus zu beziehen, welche auf einer gewissen Stufe der Reduction stehen bleiben und sich bereits nach der Eisenabspaltung aus dem Haematin (bei der Haematoporphyrinbildung) erschöpfen, ohne jedoch so weit zu gehen, um das letzte Reductionsproduct desselben, das Urobilin zu schaffen.

Behufs Orientirung in der interessanten Frage nach den Reductionsvorgängen im Organismus, wollen wir uns in Kürze die geistreiche und zu weiteren Forschungen anregende Hypothese von Hoppe Seyler über den Stoffwechsel in Erinnerung bringen. (Physiologische Chemie I. Theil, S. 109.)

Hoppe fasst, durch die grosse Analogie, welche zwischen den Lebenserscheinungen und den bei der Fäulniss und Gährung ablaufenden Vorgängen herrscht, geleitet, die chemischen Vorgänge im Thierkörper der Art auf, dass er sagt: Im Leben werden unter Mitwirkung des Wassers fortwährend Spaltungen hervorgebracht. Durch Anfügung der Hydroxylgruppe an eines der Spaltungsproducte werden Oxydationen bewirkt, während der übrig bleibende Wasserstoff entweder zur Bildung von Reductionsvorgängen Veranlassung gibt, oder frei wird. Ist Sauerstoff zugegen, so wird er durch den Wasserstoff in statu nascendi in seine Atome gespalten und kann dann in diesem Zustande kräftig oxydirend wirken, während sich der Wasserstoff unter Activmachung des Sauerstoffs selbst zu Wasser oxydirt. Nachgewiesen wurde übrigens der Wasserstoff in den Geweben nicht. Existirt er aber wirklich, wie Hoppe Seyler und mit ihm Baumann annimmt, während eines Momentes, und ist kein Sauerstoff zugegen, so kann er im nächsten Momente zu Reductionsvorgängen verwendet werden.

Im Einklang mit dieser Theorie wäre demnach bei sonst gleichen Spaltungsvorgängen in den Geweben die Sauerstoffarmuth derselben, als ein die Reductionsvorgänge förderndes Moment aufzufassen, mag letztere dadurch bedingt sein, dass der Sauerstoffträger des Organismus, das Haemoglobin zu wenig Sauerstoff aufnimmt oder zu wenig in den Geweben abladet.

Die Resultate der klinischen Harnuntersuchungen, die hauptsächlich das letzte mittel- oder unmittelbare Reductionsproduct des Blutfarbestoffes, das Urobilin, betreffen, sind geeignet, wenigstens in gewissen Fällen, obige Anschauung zu unterstützen.

Wir finden eine gesteigerte Urobilinausscheidung bei Fieber, Lungen- und Herzkrankheiten und namentlich sind es die Klappenfehler im Stadium der Incompensation, fettige Degeneration des Herzfleisches, Verwachsung des Herzens mit dem Herzbeutel, Herzbeutelentzündung, die den grössten Urobilingehalt aufweisen.

Insufficiente Sauerstoffzufuhr, Hämoglobinarmuth, gesteigerter Verbrauch des Sauerstoffes für pathologische Oxydationszwecke, könnten bei obigen Krankheiten sehr leicht für die gesteigerte hämatogene Urabilinerzeugung verantwortlich gemacht werden, um so mehr, als die Erklärung des Urobilingehaltes im Harn bei den angeführten Leiden durch vermehrte Stercobilinbildung im Darme, oder raschere Resorption desselben unzulässig ist, da erstere bei allen diesen Fällen kaum in einem höheren Masse stattfinden dürfte, als in jenen Fällen, wo der Harn kein Urobilin enthält.

Auch in einem Harne von Leukämie, den ich in dieser Richtung speciell untersuchte, fand ich eine ziemlich grosse Menge von Urobilin vor.

Anders verhält sich die Sache bei der Chlorose, wo in Rücksicht auf den verringerten Hämoglobingehalt des Blutes, im Sinne der oben erwähnten Anschauungen eine vermehrte Urobilinausscheidung zu erwarten wäre, die Harne aber trotzdem sehr farbstoffarm und blass sind.

Ob bei der Chlorose der Blutstoffwechsel so darniederliegt, dass überhaupt wenig oxydirt, und noch weniger reducirt wird, oder die Reductionsvorgänge so intensiv sind, dass aus dem Blutfarbstoffe ungefärbte Producte entstehen, darüber fehlt uns bis heute jedwede Kenntniss.

Dass durch Einwirkung reducirender Agentien der Blutfarbstoff sich vollkommen entfärben kann, davon habe ich mich bei Versuchen, bei denen ich das Hämatin nach der Methode von Hoppe Seyler, in alkoholischer Lösung mittelst Zink und Salzsäure reducirte, selbst überzeugt.

Geraume Zeit stehen gelassen, wurde die so behandelte, mit Zink und Salzsäure versetzte Hämatinlösung farblos und färbte sich, abfiltrirt, beim Stehen an der Luft gar nicht, zum Beweis dass sie auch nicht das von Hoppe beschriebene reducirte Urobilin enthielt, welches durch eine spontan eintretende Oxydation allmälig in Urobilin übergeht.

Dass bei unserem Kranken nicht etwa die in Folge der pleuritischen Athmungsinsufficienz verminderte Sauerstoffzufuhr zur Erklärung der Reductionsvorgänge im Organismus herangezogen werden kann, beweist allein schon der Umstand, dass auch jetzt nach acht Monaten, nachdem das Exsudat fast vollständig geschwunden ist und nicht die geringste Athemnoth mehr vorliegt, die Ausscheidung des pathologischen Farbstoffes, wiewohl anscheinend in geringerer Menge, fortdauert, es wäre denn, dass die Pleuritis, wie das häufig vorzukommen pflegt, eine verminderte Leistungsfähigkeit der Lungen zurückliess, welche bei nicht übermässiger Inanspruchnahme derselben, durch keine Beschwerden sich kundgibt und daher auch nicht zur subjectiven Empfindung des Kranken gelangt.

Darüber jedoch ist es vorderhand unmöglich irgend ein positives Urtheil zu fällen, weil wir den Kranken vor dem Ausbruche seiner Pleuritis nicht kannten und das fernere Befinden desselben nicht voraussehen können.

Zur Lösung dieser Fragen könnten in Anbetracht der nahen Beziehungen unseres Farbstoffes zum Hämatin, Injectionen desselben an Thieren, nicht unwesentlich beitragen; es wäre nur nöthig durch künstliche Erzeugung etwa eines Pneumothorax ähnliche Bedingungen zu schaffen, wie bei unserer Pleuritis, in welchem Falle vielleicht durch Steigerung der Reductionsvorgänge im Organismus, das Hämatin in Form eines Reductionsderivates als Hämatoporphyrin zur Ausscheidung gelangen könnte.

Die Experimente in dieser Richtung vorgenommen, würden nicht nur einen physiologischen, sondern auch therapeutischen Werth haben, weil das Hämatin zugleich ein Eisenpräparat ist, welches zu Injectionen voraussichtlich am meisten geeignet wäre.

Der zweite Fall beobachtet auf der Abtheilung des Herrn Prof. Drasche.

Reimer, Franz, 29 Jahre alt, Taglöhner, wurde am 2. April 1881 auf obige Abtheilung aufgenommen. Patient gibt an seit zwei Jahren mit kurzen Unterbrechungen an Husten und Kurzathmigkeit zu leiden.

Seit Herbst vergangenen Jahres verschlimmerte sich sein Zustand derart, dass er wegen zunehmender Kurzathmigkeit bettlägerig wurde.

Die klinische Untersuchung ergab:

Patient mittelgross, mässig genährt; die Haut schmutzig-blass, brennend heiss und trocken. Das Gesicht etwas gedunsen, mässiges Knöchelödem.

Das Sputum schmutzig-gelblichgrün, schleimig-eitrig, ziemlich copiös.

Der Brustkorb mittellang, ziemlich breit und gut gewölbt.

V. R. O. Dämpfung mit bronchialem Athmen.

Zwerchfellstand rechts im 6. Intercostalraum.

Vorne rechts unten überall Schnurren und Pfeifen.

Vorne links oben normaler Percussionsschall mit trockenem Rasseln.

Die Herzdämpfung etwas verkleinert.

Der Herzstoss nicht tastbar.

Die Herztöne dumpf, der systolische Ton an der Herzspitze deutlich gespalten, der zweite Pulmonalton etwas accentuirt.

Der Radialpuls 120, weich und doppelschlägig; die Inugularvenen ausgedehnt, leicht undulirend.

Rückwärts rechts von oben bis unter den Scapularwinkel nach abwärts stark gedämpfter Percussionsschall mit bronchialem Athmen und zahlreichen klingenden grossblasigen Rasselgeräuschen.

Linkerseits normaler Schall mit theils dumpfen, feuchten, theils trockenen Rasselgeräuschen namentlich an der Basis.

Therapie:

Extr. Laudan aq. 0·1
Tinct. Ipecac. 1·5
Liq. amon. anis 2·0
Aq. font. 200·0

DS. Stündlich einen Esslöffel.

Am 5 April wurde bemerkt, dass der Harn, der früher leider nicht untersucht wurde, eine schmutzig-blutrothe Farbe habe.

Die Harnanalyse ergab:

Der Harn schmutzig-roth, sauer, trüb, enthält mässige Mengen von Eiweiss und sedimentirt stark.

Im Sedimente fanden sich nebst spärlichen weissen Blu-körperchen und Epithelien der Harnwege zahlreiche Cylinder v

Letztere von sehr verschiedenem Caliber, zumeist granulirt. Daneben vollkommen hyaline mit wenigen Körnchen besetzt, oder mit einem spärlichen Epithelialbelege versehen. Die Epithelien zumeist im Zerfall begriffen.

Rothe Blutkörperchen nirgends nachzuweisen.

Das Filtrat des nativen Harnes gibt bei der spektroscopischen Untersuchung zwei Absorptionsstreifen, die sich mit dem Oxyhämoglobinspektrum vollkommen decken und auf Zusatz von Schwefelammonium gar nicht ändern; daneben erscheint bei entsprechender Verdünnung eine ziemlich scharfe Absorption zwischen den Linien *b* und *F* und deutlich grüne Fluorescenz nach Ammoniak und Chlorzinkzusatz.

Etwa 200 CC. des nativen Harns werden unter Zusatz von pulverisirter schwefelsaurer Magnesia gekocht, um das Eiweiss zu entfernen.

Das vollständig eiweissfreie Filtrat, welches sich im Spektralapparate gerade so verhält, wie der native Harn, wird nun mit Bleiessig versetzt, gekocht, filtrirt und der Bleiniederschlag mit säurehältigem Alkohol extrahirt.

Der stark saure alkoholische Auszug war rosaroth und zeigte zwei Absorptionsstreifen, welche gerade so wie bei dem auf der Klinik Bamberger beobachteten Falle die Lage des Oxyhämoglobinspektrums einnahmen, sobald die stark saure Reaction abgestumpft wurde.

Am 5. April: T° 38·6, Puls klein 128, Respiration 32.

Vorne und rückwärts über den Lungen zahlreiches grossblasiges Rasseln.

Am 6. April: Tod unter den Erscheinungen eines Lungenödems.

Die 24stündliche Harnmenge vom vorigen Tage 900 CC., der Harn schmutzig-roth, trübe, setzt ein reichliches Sediment ab.

Die Eiweissmengen im Gleichen.

Im Sedimente zahlreiche Harnsäurekrystalle, theils wetzsteinförmig theils drusig und spiessig.

Cylinder von derselben Beschaffenheit wie Tags zuvor. Rothe Blutkörperchen nirgends. Der gesammte Harn von zwei Tagen wurde am Wasserbade bis zur Syrupconsistenz eingedampft, der Rückstand mit destillirtem Wasser übergossen und filtrirt.

Das bockbierfarbige Filtrat war eiweisfrei und gab bei entsprechender Verdünnung denselben Spektralbefund, wie der native Harn.

Der abgedampfte Harnrückstand wurde dann mit Äther und absolutem Alkohol ausgewaschen und mit oxalsäurehältigem Alkohol extrahirt.

Auch dieser alkoholische Auszug bot in jeder Beziehung dasselbe Verhalten dar, wie der des ersten Falles, so dass die Identität beider Farbstoffe keinem Zweifel unterliegt.

Die klinische Diagnose dieses zweiten Falles lautete: Tuberculosis pulmonum, präcipue dextri, Morbus Brightii chronicus.

Die in den letzten Tagen beobachteten Herzsymptome; systolische Spaltung, Schwäche der Töne, Kleinheit und Dicrotismus des Pulses, Undulation der Halsvenen, gestatteten keinen sicheren Schluss auf die Beschaffenheit des Herzmuskels, weil ähnliche Erscheinungen durch verschiedene, sowohl locale als allgemeine Ursachen erklärt werden konnten.

Die von Dr. Zemann, Assistenten im pathologisch-anatomischen Institute vorgenommene Obduction der Leiche ergab folgenden Befund:

Der Körper mittelgross, mässig genährt, blass, leicht ödematös, auf der Rückseite mit ausgebreiteten dunkelvioletten Todtenflecken versehen.

Brustkorb mittellang, ziemlich breit, gut gewölbt.

Bauchdecken etwas ausgedehnt, ziemlich gespannt.

Die Schilddrüse von gewöhnlicher Grösse, blass.

In der Luftröhre ziemlich viel gelblicher Flüssigkeit.

Die Schleimhaut derselben geröthet.

In beiden Pleurahöhlen je ungefähr 200 CC. klaren gelblichen Serums.

Die rechte Lunge an der Spitze ziemlich angewachsen, mit tiefen narbigen Einziehungen an der Oberfläche derselben versehen. Im Lungenparenchym daselbst, theils bis über hanfkorngrosse, gelbliche, einzeln stehende und zu Gruppen vereinigte Knötchen, theils bis über haselnussgrosse, käsige, trockene, brüchige, central zu Cavernen erweichte Herde. Im übrigen Parenchym der rechten Lunge, sowie in der linken Lunge zerstreute und zu Gruppen vereinigte käsige Knoten.

Das Parenchym sonst lufthältig, mässig mit Blut versehen, stark ödematös.

Im Herzbeutel bei 40 CC. klaren Serums.

Das Herz von gewöhnlicher Grösse, schlaff, in seinen Höhlen reichliche lockere Blutgerinnsel mit ziemlich viel dünnflüssigem Blute.

Die Klappen zart.

Das Herzfleisch fahlgelb, leicht zerreisslich.

In der Bauchhöhle ungefähr 1 $^1/_2$ Liter klaren gelblichen Serums.

Die Leber von gewöhnlicher Grösse. blass, etwas fetthältig.

Die Milz auf das dreifache intumescirt, mässig mit Blut versehen, von gewöhnlicher Consistenz.

Beide Nieren etwas vergrössert, ödematös, blass.

Die Corticalis stark gelockert, Oberfläche glatt, Kapsel leicht abstreifbar.

In der Harnblase bei 200 Grm. leicht getrübten Harns. Ihre Schleimhaut blass.

Magen und Darmschleimhaut blass, in dem unteren Ileum einzelne Ulcerationen vom Charaktere tuberculöser Geschwüre.

Die beiden Nebennieren makroskopisch keine Veränderung zeigend.

Diagnose:

Chronische Tuberculose beider Lungen mit Phtise in der rechten Lungenspitze.

Tuberculöse Geschwüre im Ileum. Morbus Brightii im zweiten Stadium.

Chronische Schwellung der Milz auf das dreifache. Fettdegeneration des Herzfleisches. Universeller Hydrops.

Die chemische Untersuchung des Blutes, der Galle, der Leber und der Milz, führte zu keinem positiven Resultat, insoferne der fragliche Harnfarbstoff darin nicht gefunden wurde.

Die fein zerschnittenen Organe sowie das Blut, wurden jedes für sich unter Zusatz einer concentrirten Magnesialsulfatlösung am Wasserbade gekocht; das Gemenge decantrirt, abfiltrirt und das Filtrat abgedampft. Die angesäuerten alkoholischen Auszüge der Rückstände waren zwar stark gefärbt, gaben aber nach entsprechender Verdünnung spektroscopisch untersucht, nicht das Absorptionsspektrum unseres Farbstoffes, sondern entweder eine

totale Verdunklung des Spektrums, angefangen von der Linie *D*, oder das Urobilinspektrum, wie dies die Galle, Leber und Milzextracte darboten, oder endlich Spuren von Hämatin, worauf bei allen Extracten im concentrirten Zustande ein schwaches, 'doch scharf begrenztes Absorptionsband im Roth hindeutete.

Es ist nun schwer zu entscheiden, ob unser Farbstoff in vivo im Blute und in den Geweben enthalten war, oder erst in den Nieren sich bildete.

Nachdem aber auch der wichtigste Harnbestandtheil, nämlich der Harnstoff, dessen Gehalt im Harne sehr beträchtlich ist, im Blute, wie es zur chemischen Untersuchung kommt, nur spurenweise gefunden wird und es mehr als wahrscheinlich ist, dass noch viele andere im Harne enthaltene Substanzen, aus den Geweben und aus dem Blute, als den Ursprungsstätten ihrer Enstehung in den Kreislauf der Nieren gelangen, hier gleichsam erst concentrirt werden und mit dem Harne in einer der chemischen Untersuchung mehr zugänglichen Form den Organismus verlassen, so können wir fast mit Sicherheit annehmen, dass unser Farbstoff auch im Blute und in den Geweben vorhanden gewesen sei, und entweder nach dem Tode, etwa durch Reduction, sich zersetzte, oder seine Menge darin überhaupt eine so geringe war, dass er auf oben angegebene Weise sich dem spektroscopischen Nachweise entzog.

Der zweite auf der Abtheilung des Herrn Prof. Drasche beobachtete Fall ist in Bezug auf die semiotische Bedeutung des Farbstoffes vollkommen unklar. Der Grund davon liegt zum Theil in der kurzen Beobachtungsdauer, zum Theil in der Complication dreier Krankheiten, von denen jede in einen Zusammenhang mit der Farbstoffausscheidung gebracht werden konnte.

Dennoch liefert der Fall einen interessanten Beitrag zur Diagnostik der Hämoglobinurie, insoferne er darauf hinweist, dass nicht jeder eiweisshältige Harn, der das Spektrum des Oxyhämoglobins zeigt, das letztere auch enthält.

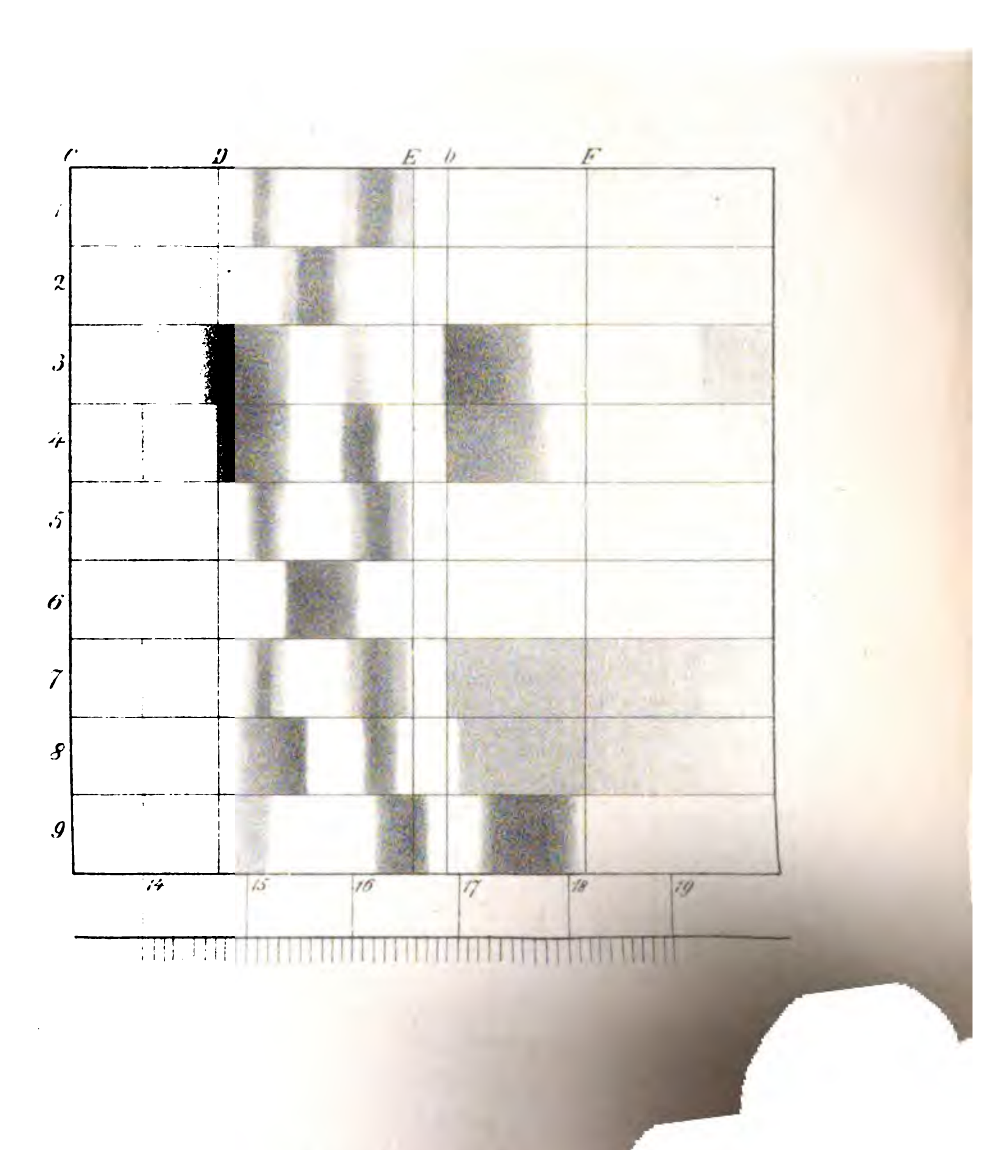
Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet, dem Herrn Hofrathe Prof. von Bamberger, auf dessen Anregung und Aufforderung hin ich meine Untersuchungen vornahm, sowie meinem jetzigen Vorstande Herrn Prof. Drasche für die gütige Überlassung des klinischen Materiales, endlich Herrn Prof. Ludwig

und seinem Assistenten Herrn Dr. Horbaczewski für ihre mir bei jeder Gelegenheit gewährte freundliche Unterstützung meinen innigsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafel.

1. Spektrum des Oxyhämoglobins.
2. Spektrum des Hämatoporphyrins in saurer Lösung. } nach Hoppe Seyler.
3. Spektrum des Hämatoporphyrins in alkalischer Lösung, } nach Hoppe Seyler.
4. Spektrum des Hämatoporphyrins in alkalischer Lösung. (Letzteres wurde nach Mulder durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf chemisch reine Häminkrystalle dargestellt.)
5. Spektrum des nativen Harns (gleich dem Spektrum des Farbstoffes in oxalsäurehältigem Alkohol.)
6. Spektrum des mit Salzsäure angesäuerten nativen Harns.
7. Spektrum des eingedampften Harns.
8. Spektrum der oxalsäurehältigen alkoholischen Farbstofflösung, die etwas eingedampft und mit Kalilauge bis zur deutlich alkalischen Reaction versetzt wurde.
9. Spektrum der nach Scherer erhaltenen alkoholischen und stark alkalischen Farbstofflösung.

E. Neusser: Beitrag zur Lehre von den Harnfarbstoffen.



Lith. v. F. Schima

XXVIII. SITZUNG VOM 15. DECEMBER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das Präsidium des Museum Francisco-Carolinum in Linz dankt für die diesem Museum zur Completirung seiner Bibliothek bewilligten akademischen Publicationen.

Das c. M. Herr Prof. Fr. Brauer in Wien übersendet die zweite Abtheilung seiner Arbeit: „Die Zweiflügler des kaiserlichen Museums zu Wien," enthaltend:

1. Versuch einer Charakteristik der Gattungen der *Notacanthen* Ltr. mit Rücksicht der im kaiserlichen Museum befindlichen von Schiner aufgestellten neuen Gattungen.
2. Vergleichende Untersuchungen des Flügelgeäders der Dipteren nach Adolph's Theorie.
3. Charakteristik der mit *Scenopinus* verwandten Dipterenfamilien und Gattungen *(Mydaidae, Apiocerina)*.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Bedeutung des räumlichen Nullsystems für cubische Involutionen beider Stufen."

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet folgende zwei Abhandlungen:

1. „Zur Theorie der Gasreibung." III. Theil.
2. „Einige Experimente über den Stoss von Cylindern".

Herr Dr. A. v. Heider übersendet aus dem zootomischen Institute zu Graz eine Abhandlung über die Gattung: „*Cladocora* Ehrenbg."

Herr Béla Haller, derzeit in Wien, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Anatomie des Nervensystemes der Muriciden".

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Das Additionstheorem derjenigen Functionen, welche bei der Entwicklung von e^{axi} nach den Näherungsnennern regulärer Kettenbrüche auftreten", von Herrn Prof. L. Gegenbauer an der Universität zu Innsbruck.
2. „Beiträge zur Kenntniss der Eigenschaften und Entstehung des Kernholzes", von Herrn Prof. J. Gaunersdorfer an der landwirthschaftlichen Lehranstalt Francisco-Josephinum in Mödling.
3. „Über das Fliessen einer incompressiblen Flüssigkeit durch Röhren kreisförmigen Querschnittes von beliebiger Gestalt und beliebiger Lage" und
4. „Über die Rotationsbewegung einer homogenen, tropfbaren Flüssigkeit um eine Achse unter dem Einflusse der Reibung", die letztgenannten zwei Arbeiten von Herrn Dr. O. Tumlirz, Assistent für Physik an der Universität zu Prag.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. M. Kretschy ausgeführte Arbeit: „Zur Picrotoxinfrage."

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Ludwig v. Lorenz: „Über die Skelette von *Stringops habroptilus* und *Nestor notabilis.*"

Ferner überreicht Herr Director Dr. Steindachner eine Abhandlung von Herrn Dr. J. V. Rohon: „Untersuchungen über *Amphioxus lanceolatus.*"

Herr Dr. Sigm. Freud in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flusskrebs".

Herr J. Liznar, Adjunct der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Resultate magnetischer Messungen in Mähren und Schlesien".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, kaiserliche Leopoldo — Carolinisch deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII, Nr. 21—22. November 1881. Halle a. S.; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX Jahrgang Nr. 34 u. 35. Wien, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 49 u. 50. Cöthen, 1881; 4°.

Christie W. H. M. Esq.: On the spectrum of Comet 1880. D (Hartwig's London, 1880; 8° — On the systematic errors of the Greenwich North Polar Distances, London, 1880; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nr. 22. Paris, 1881; 4°.

Geologie des Kaukasus: Materialien. 3. Band. Tiflis, 1881; 4°.

Gesellschaft, österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. December Heft 1881. Wien; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang Nr. 46—49. Wien, 1881; 4°.

Handels- und Gewerbekammer in Wien: Bericht über die Industrie, den Handel und die Verkehrsverhältnisse in Niederösterreich während des Jahres 1880. Wien, 1881; 8°.

Heidelberg, Universität; Akademische Schriften pro 1880; 20 Stücke; 4° u. 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1881. 4. u. 5. Heft Wien. 1881; 8°.

Militär-Comité, technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1881. 11. Heft. Wien, 1881; 8°.

Observatorium, Tifliser physikalisches: Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens im Jahr 1880. Tiflis, 1881; 4°.

— — Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1880. Tiflis, 1881; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 14. Wien, 1881; 8°.

Reichsforst-Verein, österreichischer: Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. XXXI Band. Jahrgang 1881. November- und December-Heft. Wien, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. von Dr. Ph. Carl. XVIII. Band, 2. Heft. München, 1882; 8°.

Sewell, Robert: Report on the Amarâvati Tope, and excavations on its site in 1877. London, 1880; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. Octobre 1881. Paris, 1881; 8°.

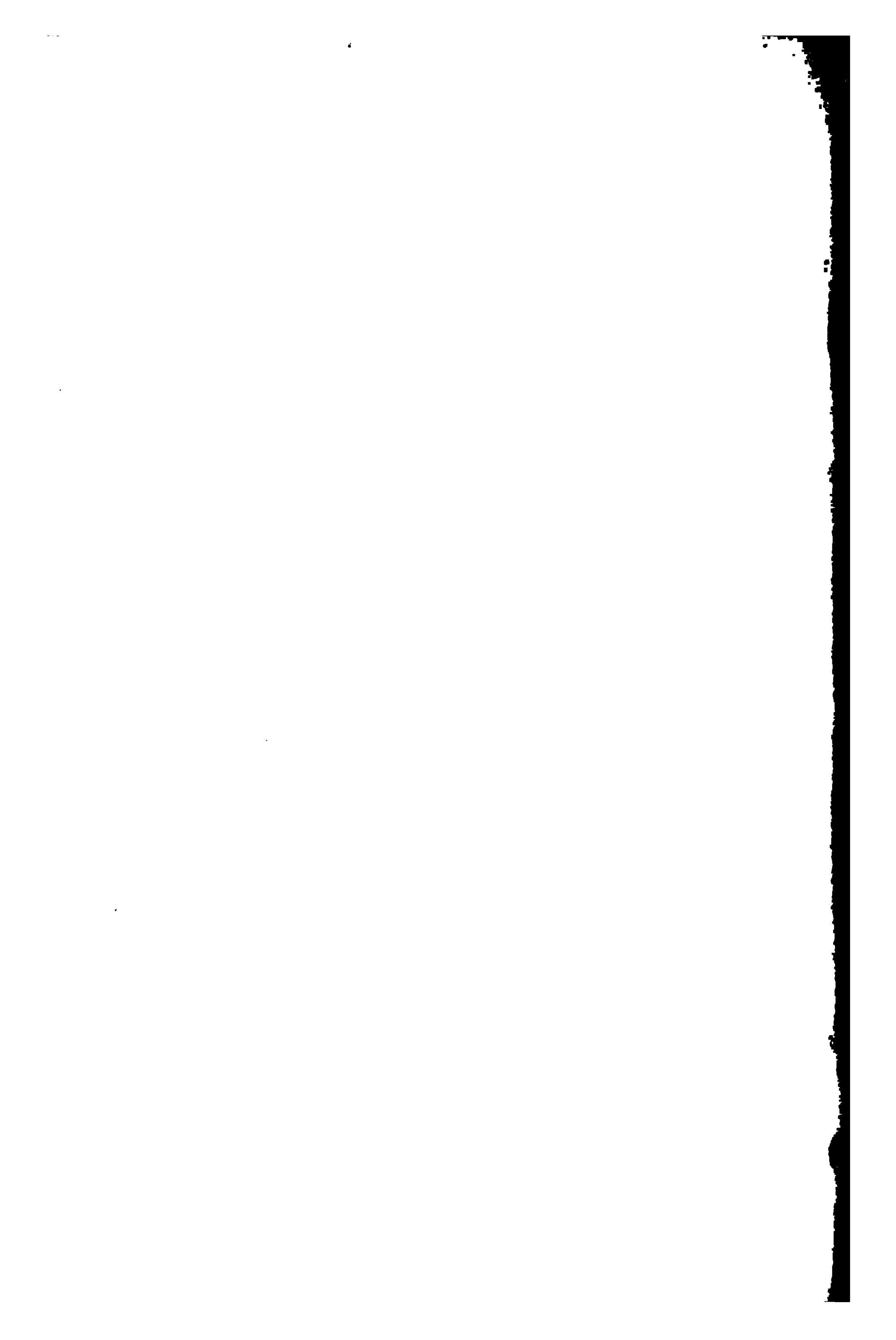
— — philomatique: Bulletin 7e série; tome V. Nr. 4. 1880—81. Paris, 1881; 8°.

Society the royal geographical: Proceedings and monthly record of Geography. Vol. VIII Nr. 12. London, 1881. 8°.

Vierteljahresschrift, österr. für wissenschaftliche Veterinärkunde. LVI. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1881 III.) Wien, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang Nr. 49 u. 50. Wien. 1881; 4°.





Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe erscheinen daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichniss ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden vom Jahre 1880 an noch in besonderen Heften unter dem Titel: „Monatshefte für Chemie und verwandte Theile anderer Wissenschaften" herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 5 fl. oder 10 Mark.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.

